

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Působení transgenních řepek v pěstitelských systémech

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Pavlína Trauškeová

Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Působení transgenních řepok v pěstitelských systémech" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9. 4. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Perle Kuchtové, Ph.D. za ochotu a pomoc při zpracování této diplomové práce.

Působení transgenních řepk v pěstitelských systémech

Souhrn

Řepka olejná je pro svá semena velmi významnou světovou plodinou. Od roku 1996 se začala komerčně pěstovat i její GM forma. Nejčastěji je GM řepka upravena k toleranci vůči herbicidům na bázi glyfosátu či glufosinátu. Na základě dostupných údajů byla vypracována studie o vlivu právě transgenních řepk na agroekosystém.

Přestože je pěstování GM řepky ekonomicky výhodné a velkou měrou pozitivně ovlivňuje ekonomiku Kanady a USA, její negativní dopady na agroekosystém nemohou být přehlíženy. Rizika spočívají jak v možnosti přenosu transgenů do prostředí, tak především v současném systému jejího pěstování. Na životní prostředí, obzvláště na vodní organismy, negativně působí herbicidy, které jsou využívány v systémech pěstování GM řepky. Herbicidy spolu s úzkými osevními sledy vytvářejí také selekční tlak na vznik „superplevelů“. Bylo prokázáno, že v porostech GM řepky je nižší biodiverzita oproti konvenčním porostům a že koexistence s ostatními pěstitelskými systémy je problematická, v některých oblastech již dokonce nemožná.

Na základě těchto zjištění je v práci uvedeno několik doporučení, mezi nejdůležitější patří: (i) návrat k pěstitelské praxi, kdy se GM řepka pěstuje na stejném pozemku vždy až po 3 – 4 letech, (ii) k boji proti plevelům využívat přednostně nástroje integrované ochrany rostlin a (iii) střídát na pozemku odrůdy patřících do jiných HT systému.

Klíčová slova: GMO, řepka, pěstování, životní prostředí, superplevel, herbicidy, biodiverzita

Subsequent effects of transgenic canolas in growing systems

Summary

Canola is for its seeds very important global crop. Since 1996 it began to be commercially cultivated in GM form. Most often, the GM canola is modified for tolerance to the herbicide glyphosate or glufosinate. Based on the available data, the thesis was conducted about the impact of transgenic rape on agricultural system.

Although the cultivation of GM canola economically advantageous and has largely positive effect on the economy of Canada and the USA, its negative impacts on the agricultural system can not be overlooked. Risks involve both the possibility of transmission of transgenes into the environment, and especially in the current system of cultivation. Herbicides used in the cultivation system GM canola negatively affect the environment, especially aquatic organisms. Herbicides together with narrow crop rotation also generate selective pressure for the emergence of „ superweeds “.

It was demonstrated that in crops GM canola biodiversity is lower compared to conventional growths and that the coexistence with other cultivation systems is problematic and in some areas even impossible.

Based on these findings, the thesis mentions several recommendations. The most important are: (i) a return to cultivation practice, in which GM canola is grown on the same land one after 3-4 years, (ii) to prefer using integrated plant protection in combat against weeds and (iii) alternate different crops belonging to other varieties HT system on agriculture areas.

Keywords: GMO, canola, cultivation, environment, superweed, herbicides, biodiversity

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Přehled literatury.....	3
3.1	Brukev řepka olejka.....	3
3.1.1	Biologická charakteristika	4
3.1.2	Agrotechnika.....	4
3.1.3	Opylení.....	5
3.1.4	Ochrana proti škodlivým činitelům	6
3.1.5	Význam pěstování.....	7
3.1.6	Vývoj cen řepky olejně	8
3.2	Charakteristika GMO	9
3.2.1	Pozitiva a negativa GM plodin	10
3.2.2	Mezinárodní regulace GMO	10
3.2.3	Regulace GMO v USA a Kanadě	11
3.2.4	GM plodiny ve světě.....	12
3.2.5	GM plodiny v EU a České republice	12
3.2.6	GM řepka	15
3.2.7	Schválené typy geneticky modifikovaných řepek	17
3.2.1	GM řepka v Kanadě.....	21
3.2.2	Pěstitelský systém řepky v Kanadě.....	22
3.2.3	Národní korporace a GMO	23
4	Metodika.....	25
5	Vliv transgenních řepek na agroekosystém	26
5.1	Vliv na životní prostředí.....	26
5.1.1	Roundup.....	26
5.1.2	Basta, Liberty.....	30
5.1.3	„Superplevele“	32
5.1.4	Spotřeba pesticidů.....	35
5.1.5	Vliv na biodiverzitu	35
5.1.6	Dopad na včely	36
5.1.7	Koexistence.....	37
5.2	Vliv na zdraví konzumentů	39
5.2.1	Přenos genů v trávicím traktu	40
5.2.2	Alergie	40
5.3	Socio-ekonomická stránka.....	41

5.4 SWOT analýza.....	42
6 Diskuze.....	43
7 Závěr a doporučení.....	47
8 Seznam použité literatury	49
9 Seznam použitých zkratk	66
10 Přílohy.....	67

1 Úvod

Problematika geneticky modifikovaných organismů (GMO) je již po několik let předmětem mnoha diskusí. V současné době je toto téma velice aktuální a stále kontroverzní ve světě i u nás. Společnost je ohledně GMO rozdělena na dva tábory. Na ty, kteří GMO výhradně podporují a prosazují a na ty, kteří mají ohledně GMO obavy a staví se k nim odmítavě. To lze vidět i na globální úrovni, kde země jako Kanada a USA nepřikládají velkou prioritu regulaci GMO a naproti tomu EU se staví k této problematice mnohem přísněji.

Práce je zaměřena na environmentální dopady geneticky modifikované řepky, neboť tato olejná plodina (GM i non-GM) má ve světě i u nás velký význam. GM řepka je čtvrtou nejčastěji pěstovanou GM plodinou světa. GM plodiny včetně řepky se pěstují komerčně teprve od roku 1996. Touto GM plodinou osévají svá pole převážně zemědělci v Kanadě, dále pak také významně zemědělci v USA a Austrálii. V EU není pěstování GM řepky povoleno, ale v produkci řepky je EU ve světě na prvním místě.

Pěstovaná GM řepka je nejčastěji upravena k toleranci vůči herbicidům na bázi glyfosátu (Roundup Ready® řepka) nebo glufosinátu (Liberty Link® řepka). Právě vliv těchto herbicidů na člověka a životní prostředí čelí dnes velké kritice. Dále jsou obavy ohledně nežádoucího přenosu genů z GM odrůd do prostředí nebo také vliv na snížení biodiverzity.

Pěstování GM plodin přináší samozřejmě jisté výhody, ale je nutné brát v potaz i jejich možné negativní dopady na environmentální prostředí. V poslední době se negativním vlivům začíná připisovat větší význam. V prvních amerických státech lze pozorovat snahu o prosazení zákona na označování geneticky modifikovaných potravin. Také byl v posledních letech zaznamenán pokles osetých ploch GM řepkou. Vystává otázka, zda systém pěstování GM řepky je trvale udržitelný a zda je dostatečně uplatněn obecný princip předběžné opatrnosti.

2 Cíl práce

Cílem práce je na základě analýzy dostupných dat a údajů z aktuálních informačních zdrojů zpracovat srovnávací kritickou studii o vnějších efektech plošného šíření a pěstování transgenní řepky.

Vědecká hypotéza:

Existuje předpoklad, že rostoucí zastoupení GM plodin na orné půdě prospívá biodiverzitě v agroekosystému, pozitivně ovlivňuje životní prostředí, nepoškozuje zdraví konzumentů ani nenarušuje stabilitu produkčních systémů potravin, což zvyšuje nezávislost zemědělců a tím potravinovou jistotu a soběstačnost na lokální i globální úrovni.

3 Přehled literatury

3.1 Brukev řepka olejka

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Jedná se o fylogeneticky velmi mladý druh, který vznikl zpětným křížením jako amfiteraploid s 38 chromozomy po zkřížení brukve zelené (*Brassica oleracea* L.) a brukve řepice (*Brassica campestris* L., syn. *Brassica rapa* L.) (Vašák, 2000). Na rozdíl od brukve řepice není u řepky olejně známa její planě rostoucí forma (Baranyk a Fábry, 2007). Pěstuje se ve formách jarní a ozimá, přičemž jarní je podstatně více rozšířena (Kanada, USA, Austrálie, Indie). Areál rozšíření ozimé řepky jsou hlavně státy EU (Vašák, 2000). Produkce řepky ve světě i u nás roste (Baranyk, 2013; James, 2013). K tomu dochází z více důvodů – řepka má velký význam v osevních postupech a má zajištěný dobrý odbyt (potravinářství, farmacie, kosmetika, produkce bionafty atd.) (Bečka, 2007). Celkem ve světě se v roce 2013 pěstovala řepka na 34 mil. ha a produkce byla 67 mil. tun řepkového semene. Největším producentem byla EU, následuje Kanada, Čína a Indie. V ČR bylo v roce 2013 oseto řepkou 412 tis. ha a produkce činila 1,4 mil. tun řepkového semene (FAO, 2013).

Ve větším rozsahu se pěstuje řepka až od 19. století, kdy dochází po roce 1960, v Evropě po roce 1974, k pěstování tzv. „0“ odrůdy se sníženým obsahem kyseliny erukové (KE), ale vysokým obsahem glukosinolátů (GSL). Do této doby se pěstovaly tzv. „EG“ odrůdy, které obsahovaly vysoký obsah kyseliny erukové a glukosinolátů, které zhoršovaly chuťové a zdravotní vlastnosti oleje, nevyhovovaly svou kvalitou. Olej byl využíván převážně pouze pro technické účely (Vašák, 2000). Díky snížení obsahu KE našla řepka uplatnění i v potravinářství. Později, v ČR od roku 1985, přišly na trh tzv. „00“ odrůdy, které mají minimální obsah KE a nízký obsah GSL, což vedlo k bezproblémovému použití v potravinářství i krmivářství a k zvýšení osevních ploch. Na konci 90. let se začaly šířit hybridní odrůdy, které slibují větší výnos a odolnost proti stresům. Od nového tisíciletí se šlechtí nové odrůdy se změněnou skladbou mastných kyselin v oleji a ve světě začíná využití GMO technologií (Baranyk, 2013).

3.1.1 Biologická charakteristika

Řepka olejka ozimá

Vegetační doba ozimé řepky je v našich podmínkách 300 – 340 dní. Kvete převážně od poloviny dubna do konce května. Je to ojíňená sivozelená bylina, která dosahuje výšky 60 – 120 (200) cm. Má mohutný kulový kořen, dlouhý 60 – 70 cm. Lodyha je přímá a lysá. Na lodyze vyrůstá zpravidla 6 – 8 větví prvního řádu, které se dále větví. Dolní listy jsou řapíkaté, lyrovitě peřenosečné s postranními úkrojky a s výrazně větším koncovým úkrojkem. Horní a střední listy jsou vejčité až čárkovitě kopinaté, celokrajné, vykrajované nebo zubaté. Květenství je hrozen. Květy jsou čtyřčetné, barva květu jasně žlutá. Plodem je dvouřadá (čtyřřadá) šešule 5 – 6 cm dlouhá, která obsahuje 15 – 40 semen. Semena jsou kuželovitá až široce vejcovitá se síťnatým osemním (Baranyk a Fábry, 2007).

Řepka olejka jarní

Řepka jarní má oproti řepce ozimé asi o polovinu kratší vegetační dobu. Nevyžaduje jarovizaci, ale zároveň je k mrazu tolerantní (Baranyk, 2010). Za zmínku stojí, že jarní řepka oproti ozimé má nižší obsah nežádoucích glukosinolátů. Průměrný obsah GLS v „00“ odrůdách jarní řepky je $14 \mu\text{mol.g}^{-1}$ sušiny, naproti tomu průměrný obsah GLS u „00“ ozimých odrůd je $16 \mu\text{mol.g}^{-1}$ sušiny (Herzig a kol., 2007). Jako nevýhodu pěstování jarní řepky lze pokládat její pomalý vývoj na počátku vegetace, proto také bývá více ohrožena chorobami (Baranyk, 2010).

3.1.2 Agrotechnika

Znalost vlastností a požadavků řepky olejky na půdu, klima, zpracování půdy a hnojení je následně předpokladem k jejímu úspěšnému pěstování. Řepku lze s úspěchem pěstovat do nadmořských výšek kolem 700 m. n. m. V nižších polohách s bohatší půdou trpí řepka méně nedostatkem živin, ale bývá více napadána chorobami a škůdci. Pro pěstování řepky je nejvhodnější oblast okolo 400 – 600 m. n. m., s průměrnými ročními teplotami $6,5 - 8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ a s ročním úhrnem srážek 550 – 750 mm. Optimální jsou půdy lehké až středně těžké, hlinitopísčité až hlinité. Důležité je řádné hnojení půdy (Bečka, 2007).

Řepka ozimá se vysévá v srpnu. V osevním postupu má významné postavení, protože zmírňuje negativní biologický vliv vysokého podílu obilovin na orné půdě. Nejčastěji je v osevním sledu řazená mezi dvě obiloviny. Mezi její přínos v osevním sledu se řadí výrazné antifytopatogenní působení díky látce 2-fenylethyl isothiokyanát, kterou rostlina

produkuje. Dále tvorba drobtovité půdní struktury s výbornými fyzikálními vlastnostmi, dodání organické hmoty do půdy a mikrobiální oživení. Kořeny, které pronikají do hlubších půdních vrstev, vynášejí na povrch živiny, které jsou pro jiné plodiny nedostupné, a brání erozi půdy (Vašák, 2000).

Řepka jarní se pěstuje v oblastech, kde by ozimá forma nedokázala přezimovat kvůli tvrdým zimám (Kanada) a naopak i v oblastech, kde chladné období úplně chybí (Austrálie, Indie). Oproti ozimé formě má řepka jarní nižší výnos, nižší obsah oleje v semeni a méně vyvinutý kořenový systém (Vašák, 2000).

Z fyto-sanitárních důvodů se nedoporučuje pěstovat řepku po sobě. Na stejný pozemek by se řepka měla vysít až po alespoň 4 letech. Při množení linií pro výrobu hybridního osiva dokonce až po 20 letech, což je doba, po kterou mohou zaoraná semena řepky přežít v půdě jako klíčivá. Dle doporučení by řepka měla mít maximální zastoupení v osevním postupu 12,5 %. Přes toto doporučení se zakládají porosty řepky po řepkové předplodině a její podíl v osevním postupu dosahuje 50 %, když např. pěstitelé střídají pouze pšenici ozimou a řepku ozimou. Tento úzký osevní sled s sebou nutně nese vyšší úroveň chemizace (Bečka, 2007).

3.1.3 Opylení

Řepka je druh fakultativně cizosprašný, samosprašnost ale u moderních odrůd převažuje. Opylení je nejčastěji zprostředkováno hmyzem. Přestože pylová zrna řepky jsou poměrně těžká a hrudkují se, hraje důležitou roli v opylování také vítr (Baranyk a Fábry, 2007). Nejvýznamnějším opylovačem řepky je včela medonosná (*Apis mellifera*). Důležitými opylovači jsou také pestřenky (*Simosyrphus grandicornis*), které se živí mšicemi v řepce. Na severní polokouli hrají také důležitou roli čmeláci (*Bombus* spp.) (Creswell, 1999). Pylová zrna se prostřednictvím hmyzích opylovačů mohou šířit běžně na vzdálenost asi 2 - 4 km (Pasquet et al., 2008). Předpokládaný přenos pylu pomocí větru je asi na vzdálenost 1,5 - 2,5 km. Avšak se zvyšující se vzdáleností prudce klesá počet pylových nesených vzdušnými proudy (Timmons et al., 1995).

3.1.4 Ochrana proti škodlivým činitelům

Ochrana proti plevelům

V České republice je ozimá řepka hospodářsky nejvýznamnější plodinou. Nárůst ploch řepky přinesl problémy v oblasti regulace plevelů. U řepky komplikuje situaci navíc to, že sortiment registrovaných herbicidů je poměrně úzký. Převažují půdní herbicidy určené k preemergentní aplikaci. Současný sortiment herbicidů vykazuje na většinu plevelných druhů řepky nedostatečnou účinnost nebo je k získání dostatečné účinnosti potřeba vyšší půdní vlhkosti (u preemergentní aplikace), či přesného načasování (u postemergentních herbicidů) (Jursík a Soukup, 2013).

Hlavními a nejškodlivějšími plevele řepky ozimé v České republice jsou vysoce konkurenceschopné jednoleté přezimující druhy, jako je svízel přítula a heřmánkovité plevele. Z toho důvodu je ve většině případů nutnost kombinovat dva typy herbicidů. Proti svízeli se uplatňuje aplikace předset'ových nebo preemergentních půdních herbicidů. Na ochranu proti heřmánkovitým je větší výběr herbicidů a dají se aplikovat i postemergentně, náklady na tyto herbicidy jsou ale vyšší. Mezi další hospodářsky významné plevele lze zařadit např. mák vlčí, chrpu modrou, úhorník plamatý, penízecký rolník, kakost maličký nebo rozrazil. Také je potřeba zajistit vzhledem k osevním postupům, co nejmenší vydrolování obilnin a jeho konkurenční vliv odstranit co nejdříve (Baranyk a Fábry, 2007).

Předpokládaný vývoj do budoucna je v zavádění HT technologií. Jedná se o pěstitelské systémy, ve kterých se používají hybridy řepky tolerantní k herbicidům, ke kterým jsou konvenční odrůdy citlivé. Příkladem je Clearfield technologie, která využívá odolnosti hybridů k imidazolinovým herbicidům. Jedná se celosvětově nejrozšířenější HT technologii, která nevyužívá genetických modifikací. Jelikož se nejedná o GM technologii, byl tento systém v řepce registrován v ČR v roce 2013. Pěstitelé Clearfield řepky mohou ošetřit pozemek herbicidem na bázi imidazolinonu (Cleravis), ke kterému je CL řepka na rozdíl od konvenčních odrůd odolná. Ve světě, především v Severní Americe, se vedle této technologie používají v řepce i další HT technologie, které jsou však již založeny na genetických modifikacích, což brání rozšíření ve státech EU, kde není schváleno tyto technologie komerčně využívat (Jursík a Soukup, 2014).

Ochrana proti škůdcům

Mezi nejvýznamnější škůdce řepky olejné patří plži, kteří se vyskytují v porostech po celý rok a způsobují značné škody hlavně v období vzházení a vývoje prvních pravých listů. Ohroženy jsou hlavně porosty v oblastech s těžšími a vlhčími typy půd, které nejsou hluboko orány a mají hrudkovitý povrch. Nejvýznamnější z této skupiny škůdců je slimáček síťkovaný (*Deroceras reticulatum*), slimáček polní (*Deroceras agreste*) a plzák španělský (*Arion lusitanicus*), který byl zavlečen do velké části Evropy v pol. 20. stol. a na konci 20. stol. i do USA (Baranyk a Fábry, 2007). Dalším významným škůdcem je pilatka řepková (*Athalia rosae*), jejíž housenky poškozuji listy a lodyhy žírem. Z dřepčků je nejvýznamnější dřepčík olejkový (*Psylliodes chrysocephala*), který neškodí jen žírem dospělých brouků, ale také žírem larev, které se prokusují bází listových řapíků. Dále napadají řepku krytonosci, zejména krytonosec řepkový (*Ceutorhynchus napi*) a krytonosec čtyřzubý (*Ceutorhynchus pallidactylus*). Škodu v řepce může napáchat také osenice polní (*Agrotis segetum*), mšice zelná (*Brevicoryne brassicae*), blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*) nebo bejломorka kapustová (*Dasineura brassicae*) (Spitzer, 2001).

Proti škůdcům byla v minulosti spolehlivá a ekonomicky přijatelná varianta aplikace pesticidů. Poté, co se začaly projevovat i nepříznivé vlivy jejich použití na životní prostředí a objevila se odolnost škůdců k používaným pesticidům, dostává na důležitosti systém integrované ochrany proti škůdcům (Kazda et al. 2009). V rámci metod integrované ochrany se využívá kombinace různých metod k snížení výskytu škůdců pod práh škodlivosti. Cílem tedy není jejich úplné vyhubení. Kromě metod chemických se využívají metody biologické, fyzikální, agrotechnické, šlechtitelské i mechanické. Velký význam má prognóza výskytu, která s dostatečným předstihem stanovuje riziko výskytu škodlivých organismů, a signalizace, která určuje nejvhodnější termín pro zahájení ochrany. Díky metodám integrované ochrany se boj se škůdci stává šetrnější k životnímu prostředí a ekonomičtější (Kazda a Škeřík, 2008).

3.1.5 Význam pěstování

Řepka se pěstuje pro její olejnatá semena, ze kterých se zpracovává řada hodnotných produktů. Vyžití řepky olejné je rozděleno do čtyř oblastí. Kvalitní řepkový olej má své důležité místo v potravinářství. Z běžně dostupných olejů má nejvhodnější složení pro lidské zdraví. Využívá se pro výrobu rostlinných tuků a margarínů. Používá se jak pro tepelné zpracování pokrmů, tak pro studenou kuchyni (fritovací a stolní oleje). Díky současným „00“ odrudám (velmi nízký obsah kyseliny erukové a glukosinolátů) se neméně důležitou oblastí,

kde nalézáme využití řepky, stalo krmivářství. Extrahované šroty a výlisky, či drcená semena jsou významnou bílkovinnou složkou krmných směsí určených pro hospodářská zvířata. Další velkou kategorií využití je oleochemie. Chemickým rozkladem olejů a tuků pomocí hydrolýzy nebo alkoholýzy vzniká glycerol, mastné kyseliny a jejich deriváty (Baranyk, 2010). Řepka je důležitým zdrojem obnovitelné energie. Chemickou reakcí řepkového oleje s methylalkoholem se získává methylester řepkového oleje tzv. MEŘO neboli bionafta, což je chemicky upravené palivo na bázi rostlinných olejů používané do vznětových motorů. Využití MEŘO závisí mimo jiného na stále se měnících dotačních a ekonomických podmínkách. Mezi kladné aspekty tohoto produktu se řadí hlavně pozitivní bilance CO₂ (Pokorný, 1998). Energetické využití mají i řepkové šroty, pokrutiny a sláma. Biomasa se spaluje za účelem získání tepelné energie. Toto téma v dnešní době nalézá i své odpůrce. Pokládá se otázka, zda je správné odvážet veškerou vyprodukovanou organickou hmotu z pozemku. Mimo tyto výše vyjmenované významy je řepka také medonosnou plodinou a v době květu má estetický vliv na krajinu (Baranyk a Fábry, 2007)

3.1.6 Vývoj cen řepky olejně

Z dlouhodobého hlediska cena řepky na světových trzích značně kolísá (Kurzy.cz, 2015). Avšak řepka je pokládána dlouhodobě za rentabilní plodinu, jelikož má zajištěn odbyt. Její cena je závislá mimo počasí na světových majoritních olejninách jako je palma olejná a sója a také ji významně ovlivňuje postoj Evropské unie k podpoře biopaliv (Bečka, 2007).

Ve světě roste produkce palmového oleje, který je levnější než řepkový. Palma olejná je v produkci tuků významně efektivnější než řepka. Z 1 ha vyprodukuje asi 3,5x více tuků než řepka. Palmový olej se využívá jak v potravinářství převážně pro pečení, smažení či fritování, tak např. v kosmetice a k výrobě biopaliv. Přestože v poslední době se hovoří o negativním ekologickém vlivu využití potravin k výrobě energie a pokračujících záborech půdy tropických pralesů pro pěstování této plodiny, její produkce roste (Greenpeace, 2014). Společně se sójou se stala významným konkurentem řepky olejně (Bečka, 2007).

Evropská unie jako největší světový producent řepky olejně ovlivňuje její cenu hlavně jejím postojem k biopalivům. Jelikož asi 75 % oleje se přes svoji jedinečnou potravinářskou kvalitu používá v EU pro technické účely (Vašák a kol., 2013). EU začala podporovat biopaliva zejména v souvislosti s rozvojem hypotézy o globálním oteplování. Rozvojem biopaliv mělo dojít k omezením emisí skleníkových plynů (Agrofert, 2014). EU v roce 2003 přijala směrnici 2003/30/ES o biopalivech, která stanovila referenční hodnotu 2% podílu

biopaliv ve spotřebě benzínu a motorové nafty v roce 2005 a referenční hodnotu pro rok 2010 5,75 %. V roce 2007 bylo uveřejněno Sdělení Komise COM(2006)848, kde navrhuje, aby do roku 2020 byl minimální podíl biopaliv na celkové spotřebě benzínu a motorové nafty v dopravě 10 % (Evropská komise, 2007). V posledních letech ovšem zaznamenala EU odklon od podpory biopaliv. Evropský parlament podporuje návrh snížení podílu biopaliv první generace z 10 % na 6 % do roku 2020. Návrh zatím členské státy neschválily, ale je pravděpodobné, že ke snížení dojde, jelikož přibývá studií, které prokazují, že účinnost biopaliv na snížení emisí skleníkových plynů je velmi nízká (Euroskop, 2014). Snížení podílu by mělo za důsledek pokles odbytu řepky (Agrofert, 2014).

3.2 Charakteristika GMO

Podle zákona č. 78/2004 Sb. je za geneticky modifikovaný organismus považován organismus, mimo člověka, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací. Genetická modifikace je upravená tímto zákonem jako cílená změna dědičného materiálu, která spočívá ve vnesení cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo ve vynětí části dědičného materiálu organismu způsobem, kterého není možno dosáhnout přirozenou rekombinací (Česko, 2004).

V posledních letech si lze všimnout nově vyčleněného pojmu cisgenní rostliny. Cisgenní rostliny se od transgenních liší tím, že do jejich dědičné informace byl přenesen jeden nebo více genů z druhů, z kterých by mohly rostliny získat tentýž gen přirozenou cestou, samovolně nebo tradičním šlechtěním. Jedná se o geny, které pocházejí z vlastního rostlinného druhu nebo velmi blízce příbuzného druhu. Současná legislativa nerozlišuje mezi cisgenními a transgenními rostlinami. Výjimkou je ovšem Kanada, kde cisgenní rostliny posuzují méně přísně než transgenní (Shouten et al., 2006).

Cílem genetických modifikací je získání vhodných vlastností, jako je např. odolnost vůči škodlivým činitelům nebo zlepšení nutričních hodnot. Transgenní rostliny můžeme dělit do pěti skupin, tzv. generací (Stratilová, 2013):

- I. generace – ochrana proti škůdcům, chorobám a plevelům,
- II. generace – odolnost k abiotickým stresům,
- III. generace – rostliny s vyšší nutriční hodnotou,
- IV. generace – ekologicky výhodné rostliny,
- V. generace – náhrada fosilních paliv.

3.2.1 Pozitiva a negativa GM plodin

Jako nejčastější pozitiva a negativa se uvádí:

Pozitiva

Obecně se jako pozitivum GM plodin uvádí pomoc v boji proti světovému hladu . A to díky vyšším výnosům, adaptaci na klimatické podmínky, odolnosti vůči nákazám a škůdcům a schopnosti efektivněji využívat vodu (James, 2013; Stratilová, 2013). Hlad je jeden z největších globálních problémů. V roce 2000 na Zemi žilo 6 mld. lidí, dnes již překračujeme hranici 7,2 mld. lidí na planetě. Počet obyvatel neustále enormně roste (Worldometers, 2015). Nedaří se nasytit všechny obyvatele a asi 805 milionů lidí na světě trpí hladem, což je každý devátý obyvatel naší planety (FAO, 2014). Avšak podle světové organizace pro výživu a zemědělství je produkce potravin dostatečná pro bezproblémové nasycení všech lidí na světě, problém nevidí v produkci, ale distribuci potravin (FAO, 2002).

Také se uvádí, že tyto plodiny působí pozitivně na životní prostředí a to díky snížení používání pesticidů, úspoře fosilních paliv a snížení emisí CO₂ (James, 2013; Stratilová, 2013).

Negativa

Mezi negativa pěstování GM plodin patří větší administrativní zátěž pro zemědělce. Je zde také nutnost pokaždé osivo zakoupit, není možné pro setí využít vlastní osivo z předešlé úrody. To znamená zvýšení vstupních nákladů. Jako překážku lze také uvést negativní mínění veřejnosti o GMO, což snižuje odbyt (Stratilová, 2013). Dále jsou hodně diskutovaná témata, jako je vznik tzv. superplevelů, vznik odolnějších hmyzích škůdců, možné toxické vlastnosti GM plodin, nebo také vliv na snížení biodiverzity (Bioinstitut, 2008).

3.2.2 Mezinárodní regulace GMO

Na mezinárodní úrovni existuje systém regulace GMO pod Světovou obchodní organizací a systém řídicí se Cartagenským protokolem (Cors, 2000).

Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti (2000) vstoupil v platnost 11. září 2003. Protokol má zajistit na základě principu předběžné opatrnosti bezpečnost při manipulaci, využívání i přepravě geneticky modifikovaných organismů. Nařizuje také jejich jasné označení, že se jedná o GMO. Staví tak veřejné zdraví před ekonomický prospěch. Protokol již ratifikovalo 169 států světa včetně států EU. Ovšem např. USA, Kanada,

Austrálie i některé státy Jižní Ameriky protokol dosud neratifikovaly (Biosafety Clearing-House, 2015).

Naproti tomu organizace WTO (Světová obchodní organizace) reguluje trh se záměrem zamezit jakémukoliv omezení volného obchodu. Omezení je možné pouze tehdy, existují-li spolehlivé vědecké důkazy, že obchod je škodlivý pro lidi, zvířata či životní prostředí. Členem WTO je 160 států včetně USA, Kanady, Austrálie (WTO, 2014).

Je zřejmé, že tyto dva systémy jsou v konfliktu a vyvstává problém pro státy, které jsou členy obou mezinárodních smluv (Cors, 2000).

3.2.3 Regulace GMO v USA a Kanadě

Regulace a označování GMO nemá ve Spojených státech velkou prioritu. Spojené státy nemají žádné federální právní předpisy, které by byly specifické pro geneticky modifikované organismy. Americký přístup k regulaci GMO je založen na předpokladu, že regulace by měla být založena na povaze výrobku vzhledem ke vlivu na zdraví a životní prostředí, nikoliv na proces, jimiž byly produkty vyrobeny. GMO jsou ekonomicky důležitou součástí biotechnologického průmyslu, který hraje v ekonomice Spojených států významnou roli. Možná proto je regulace GMO ve srovnání s jinými zeměmi velmi příznivá k jejich rozvoji (Acosta, 2014).

V USA spadá regulace GMO pod působnost třech agentur: EPA (Agentura pro ochranu životního prostředí), FDA (Úřad pro kontrolu potravin a léčiv) a USDA (Ministerstvo zemědělství USA) (McHughen and Smyth, 2008).

EPA v rámci GMO reguluje Bt toxiny. Je-li tedy plodina geneticky upravena pro nesení Bt toxinu, EPA vyžaduje od společnosti, která chce Bt plodinu uvést na trh, ověření, že cizí protein není alergenní (Tucker, 2011).

Americké ministerstvo zemědělství reguluje pouze GMO, které jsou klasifikováni jako potencionální škůdci. Tím jsou rozuměny organismy, které způsobují nemoci, zranění nebo poškození rostlin nebo rostlinných produktů, včetně virů, bakterií, hub a parazitických rostlin. Takto jsou například upraveny GM rostliny, pokud byly vytvořeny v důsledku přenosu genu z bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, která je považována za škůdce rostlin (McHughen and Smyth, 2008).

FDA je zodpovědná za regulaci GMO určených k potravinářským nebo krmivářským účelům. Ovšem agentura FDA se řídí principem rovnocennosti substancí (principle of substantial equivalence), který staví z hlediska nutnosti regulace většinu GMO a non-GMO

na stejnou úroveň. Některé GMO plodiny jsou pak považovány za „obecně bezpečné“ a nevyžadují zvláštní povolení před uvedením na trh (Tucker, 2011).

Označování GMO v USA je pouze dobrovolné (Center of Food Safety, 2014). Avšak v některých státech je snaha prosadit zákon na označování geneticky modifikovaných potravin. Prvním americkým státem, který tak pravděpodobně učiní, bude Vermont, zákon byl podepsán v květnu 2014 a právní platnost nabude v červenci 2016 (Gillam, 2014).

V Kanadě je podobně jako v USA u produktů kladen důraz na vlastnosti a nikoliv na způsob výroby. Tato tzv. produktová regulace znamená, že GMO i non-GMO mají jednotný systém posuzování rizik. Za regulaci GMO je odpovědná Kanadská agentura pro kontrolu potravin (CFIA), která reguluje GM plodiny a schvaluje geneticky modifikovaná krmiva pro zvířata, a agentura Health Canada, která posuzuje bezpečnost potravin určených k lidské spotřebě. Označování GMO je i zde pouze dobrovolné (Ahmad, 2014).

3.2.4 GM plodiny ve světě

Od schválení GM plodin ke komerčnímu využití v potravinářství a krmivářství v roce 1996, zaznamenalo pěstování těchto plodin prudce vzestupnou tendenci. V roce 2013 překročila plocha pěstovaných GM plodin ve světě 175,2 mil. ha, což je o 3 % více než v roce 2012. K roku 2013 pěstovalo GM plodiny 27 zemí, z toho 19 rozvojových. Z toho v 11 zemích překročily plochy s GM plodinami 1 mil. ha. Největší podíl ploch se nalézá v USA (70,1 mil. ha), Brazílii (40,3 mil. ha), Argentině (24,4 mil. ha), Indii (11 mil. ha) a Kanadě (10,8 mil. ha) (James, 2013).

Z toho nejvíce plochy zabírá GM sója a to 79 mil. ha, což je 79 % z celkové světové produkce. Následuje GM kukuřice s 57,4 mil. ha, které odpovídají 32 % světové produkce kukuřice. Dále GM bavlna (23,9 mil. ha představuje 70 % produkce) a GM řepka (8,2 mil. ha představuje 24 %) (GMO-Compas, 2014a).

3.2.5 GM plodiny v EU a České republice

V České Republice je povoleno pěstovat pouze dvě GM plodiny: kukuřice a brambory. Žádná z nich ovšem není určena k lidské spotřebě. GM kukuřice MON810 (společnosti Monsanto), známá pod označením Bt kukuřice, se v ČR pěstuje od roku 2005. Tato plodina je odolná vůči zavíječi kukuřičnému, díky vloženému genu půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*. Počet pěstitelů v roce 2005 byl 51 a pěstovali na celkové výměře 150 ha. Nejvíce byla u nás Bt kukuřice pěstována v roce 2008 - 167 pěstitelů na celkové ploše

8 380 ha. Po tomto roce zaznamenala Bt kukuřice pozvolný pokles, v roce 2013 již byla celková pěstitelská plocha 2 560 ha (31 pěstitelů) (eAGRI, 2013). Což tvořilo z celkové výměry kukuřičných polí v ČR pouze 1 %. S výjimkou Španělska (0,1 mil. ha) se i v ostatních státech EU pěstuje Bt kukuřice pouze na minimálních plochách (Slovensko, Portugalsko, Rumunsko) (transGEN, 2014). Jako hlavní důvody poklesu se uvádí problémy s odbytem Bt kukuřice, administrativní zátěž zemědělců, vyšší cena osiva a omezené uplatnění produkce na trhu (Greenpeace, 2010).

GM brambory, konkrétně odrůda Amflora společnosti BASF, byly povoleny v roce 2010. Staly se tak druhou GM plodinou po Bt kukuřici, kterou Evropská komise schválila pro pěstování v zemích Evropské unie. Brambory Amflora nejsou určeny pro potravinářské ani krmivářské účely. Jde o odrůdu s průmyslovým využitím. Tento brambor má upravené složení škrobu tak, aby nedocházelo k syntéze amylozy, která jinak musí být při průmyslovém zpracování složitými a nákladnými postupy oddělena (Petr, 2010).

Rok 2010 byl jediný, kdy se u nás brambory Amflora pěstovaly. Zabíraly plochu jen 150 ha a pěstovaly je tři podniky na Vysočině. V roce 2011 se pěstovala odrůda pouze na pár hektarech v Německu a Švédsku. Od roku 2012 se odrůda v Evropě nepěstuje. V Evropě odrůda čelila vlně nevole, a tak společnost BASF oznámila, že přesouvá své aktivity do oblasti Severní a Jižní Ameriky (ČTK, 2012).

Správní organizace pěstování GM plodin v ČR

Jelikož problematika GMO je součástí společné politiky EU, Česká republika bezpodmínečně vychází z platných právních předpisů EU. Proces schvalování GMO v EU je velmi přísný a složitý. Po vývoji GMO a zpracování žádosti o uvedení na trh, je žádost posuzována příslušným úřadem členského státu, ve kterém byla žádost podána. Následně žádost posuzuje EFSA (European Food Safety Authority), která je odborným orgánem pro EU. Po zveřejnění žádosti mohou členské státy i veřejnost vznášet připomínky. Evropská komise připraví návrh rozhodnutí, o jehož přijetí následně členské státy hlasují. Aby byl návrh přijat, musí získat podporu kvalifikované většiny.

ČR spolupracuje s EFSA velmi úzce, avšak současně sama nepřijímá informace ze zahraničí bez podrobení vlastnímu přezkumu. K tomu jsou zřízeny poradní a výkonné orgány. Takovým základním orgánem pro GMO v České republice je MŽP a MZe. Současně ve spolupráci s těmito úřady fungují v této oblasti SZPI, ČIŽP, ÚKZÚZ, AZV, VÚRV. Dohromady tvoří ucelenou síť, která zpracovává informace o GMO. Problematika GMO je

hodnocena jak z hlediska legislativního, tak z oblasti rizik, zkoušení i uvádění do oběhu. Zároveň se uplatňují základní principy, jako je princip předběžné opatrnosti, posuzování případ od případu.

Stěžejním právním předpisem v ČR pro tuto problematiku je zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Dále pak zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, kde je GMO řešeno v novelách č. 441/2005 Sb. a č. 291/2009 Sb. GMO upravuje vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty a vyhláška č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy (Trnková, 2014).

Dovoz GMO do EU

Evropa se staví ke GMO odmítavě. V EU se pěstuje pouze jediná modifikace kukuřice, a to s výjimkou Španělska pouze na minimálních plochách. Ovšem přehled povolených GM plodin pro dovoz má položek více. Je to dáno tím, že Evropa není v produkci především bílkovinných krmiv soběstačná. Značná část komodit se musí dovézt. Největšími dovozci GM plodin jsou: USA, Kanada, Argentina a Brazílie. Určit celkový objem dovezených GM komodit je obtížné, jelikož celní předpisy je nerozlišují od konvenčních. Dovoz se tudíž pouze odhaduje z podílu GM odrůd v zemi, ze které byla komodita dovezena. V současné době se do EU dováží 7 typů GM sóji, která se využívá převážně pro krmení prasat a drůbeže. Dále je povoleno dovážet 27 typů GM kukuřice, 8 typů GM bavlníku, 1 typ GM cukrové řepy a tři typy GM řepky. Aktuální seznam je k nahlédnutí na stránkách Evropské komise (Doubková, 2012).

Přestože se řepka pěstuje v EU na výměře přesahující 400 tis. ha a odhaduje se, že produkce řepky olejné v EU sezóně 2014/15 bude 23,1 mil. tun, není EU v této komoditě soběstačná. Roční dovoz do EU se pohybuje okolo 3 mil. tun. Největšími vývozci do EU jsou Ukrajina, Austrálie a Kanada (Tomčiak, 2014).

Dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1829/2003 o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů, je povinnost v EU označit GM potraviny na etiketě slovy „Tento produkt obsahuje geneticky modifikované organismy“ (Stratilová, 2013). Zákony pro povinné označování GM potravin jsou v 64 zemích celého světa kromě zemí EU také např. v Austrálii, Brazílii, Číně, Japonsku a Rusku. Naproti tomu USA nemá prozatím žádné platné zákony, které by vyžadovaly označení GM potravin (Center of Food Safety, 2014).

3.2.6 GM řepka

GM řepka se začala poprvé komerčně pěstovat v Kanadě a USA v roce 1996 a její plochy od tohoto roku výrazně narostly. Celková plocha pěstované GM řepky v roce 2013 byla 8,2 mil. ha, což je oproti roku 2012 pokles o 1,1 mil. ha. 8,2 mil. ha představovalo 24 % pěstované řepky celkem. Nevětším producentem GM řepky je Kanada - 7,5 mil. ha, následuje USA - 0,5 mil. ha a Austrálie - 0,2 mil. ha. Méně významným producentem je Chile - < 0,1 mil. ha. Jiné státy GM řepku nepěstují. Z čehož vyplývá, že Kanada zajišťuje přes 90 % produkce GM řepky. 7,5 mil. ha GM řepky v Kanadě představuje 94 % pěstované řepky v této zemi celkem (GMO-Compas, 2014b). Plochy oseté GM řepkou od jejího zavedení stoupají, avšak zdaleka ne tak prudce, jako plochy s jinými GM plodinami (sója, kukuřice). Mezi roky 1999-2001 je zaznamenán pokles těchto ploch (James, 2013). Pokles proběhl v Kanadě pravděpodobně z třech důvodů. Jako první důvod je uveden pokles ploch národní řepky o 0,6 mil. ha, dále tyto roky GM řepce tolerantní k herbicidu konkuruje HT odrůda řepky, která vznikla mutací. A jako poslední důvod je uvedena nízká výkupní cena řepky, která přiměla zemědělce snížit vstupní náklady zasetím konvenčních odrůd (James, 2001). Pokles je zaznamenán také mezi roky 2012-2013 (James, 2013).

Tolerance vůči herbicidům

Rostliny jsou běžně ošetřovány herbicidy. Na jednotlivé skupiny plevelů je zapotřebí použít jiný typ herbicidu, což vede i k opakovaným zásahům na polích, které komplikují a prodražují rostlinnou výrobu. Existují sice tzv. totální herbicidy, které zničí veškeré plevely, ale stejně dobře zničí i pěstovanou rostlinu (Custers, 2006). Geny rezistentní vůči herbicidům byly zkomerčněny a implementovány do rostlinných buněk mezi prvními. Tyto geny umožňují použití neselektivních herbicidů, což má mimo jiné obrovský význam v hubení plevelů v oblasti rostlinné výroby. Existují čtyři kategorie herbicidů, vůči kterým byla získána odolnost řepky. Tolerance řepky vůči glyfosátu (účinná látka herbicidu Roundup) byla získána vložením mutovaného genu enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát (EPSP). Geneticky modifikované rostliny si díky vnesenému genu vyrábějí pozměněný enzym EPSP, na který glyfosát nepůsobí (Khachatourians et al., 2002). Glyfosát (N-fosfonomethyl-glycin) je široce používaný neselektivní herbicid, jehož mechanismus toxického účinku na rostliny spočívá v inhibici enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátsyntázy. Tento enzym je součástí biosyntézy aromatických aminokyselin (fenylalanin, tyrosin, tryptofan), jeho zablokování vede k narušení proteosyntézy a zániku rostliny. Jelikož živočichové tuto biosyntetickou

dráhu nemají a aromatické aminokyseliny získávají z potravy, není pro ně glyfosát toxický (Williams et al., 2000). Mezi plodiny rezistentní vůči glyfosátu (tzv. Roundup Ready) patří kromě řepky olejné také sója, bavlník, cukrová řepa, vojtěška a kukuřice (Nandula, 2010).

Byla také získána tolerance vůči herbicidům na bázi fosfinotricinu (4-hydroxy-methyl phosphinoyl-D,L-homoalanin), který je znám pod názvem glufosinát, komerční název Basta, Liberty. Tento herbicid blokuje enzym glutaminsyntázu, který odbourává amoniak. Pokud je enzym inhibován, amoniak se kumuluje v rostlině na toxickou koncentraci a rostlina hyne. K získání tolerance k tomuto herbicidu se využívají dva transgeny, získané z půdní bakterie rodu *Streptomyces*: gen bar a gen pat. Enzymy, které jsou kódované těmito geny, přeměňují herbicid na sloučeninu, která je netoxická pro rostliny i živočichy a rychle se rozkládá (Khachatourians et al., 2002).

Řepka může být také díky genu, který pochází z rostliny rodu *Arabidopsis*, tolerantní i k herbicidům na bázi sulfonylmočoviny (Sulfuron) a díky genu z bakterie *Klebsiella ozaenae* je získána tolerance vůči herbicidům na bázi bromoxynilu (Brominal) (Khachatourians et al., 2002).

Odolnost vůči houbovým patogenům

Řepku napadají houbové patogeny jako je *Leptosphaeria maculans* způsobující fómovou hnilobu řepky, což je velmi významné onemocnění. Tento patogen je rozšířen v různých podnebních oblastech s odlišnými agrotechnickými postupy ať již v Austrálii, Kanadě nebo v Evropě (West et al., 2001). Dalším významným patogenem je *Sclerotinia sclerotiorum*, způsobující hnilobu řepky a *Pyrenopeziza brassicae*. Tyto houbové patogeny nabývají na významu a nejsou snadno zvládnuty konvenčními prostředky (agrotechnická opatření, fungicidy). Vysoký stupeň tolerance k těmto patogenům vykazovaly rostliny s vloženým genem enzymu chitinázy, která rozkládá polysacharid chitin, který tvoří hlavní součást buněčné stěny těchto hub. Zvýšenou odolnost k *Sclerotinia sclerotiorum* vykazovaly také transgenní rostliny s vloženým genem proteinu oxalát oxidázy z kořene ječmene setého (*Hordeum vulgare*). Určitá míra odolnosti k houbovým chorobám se také připisuje vloženému genu peroxidázy z rostliny *Stylosanthes humilis* (Khachatourians et al., 2002).

V současné době jsou ve vývoji projekty na získání GM řepky s vyšším obsahem vitamínu A a mastných kyselin s dlouhým řetězcem. GM řepka dokáže produkovat i některé farmakologicky významné látky např. krevní antikoagulant hirudin. Je také možné pěstovat

GM řepku s upraveným složením mastných kyselin, díky čemuž se stává vhodnější pro potravinářské a průmyslové zpracování (Vašák, 2000).

3.2.7 Schválené typy geneticky modifikovaných řepok

Ve světě se vyskytuje více typů GM řepok, jejichž patenty vlastní firmy Monsanto, Bayer CropScience, DuPont Pioneer a BASF (Ross, 2008). Nové typy geneticky modifikovaných řepok musí projít před uvedením do oběhu schvalovacím procesem. Ten se v jednotlivých státech liší. Uděluje se zvlášť povolení pro krmivářské účely, potravinářské účely a pro komerční pěstování v dané zemi (Stratilová, 2013). Nejčastější genetická modifikace je herbicidní tolerance ke glufosinátu nebo glyfosátu. Častá je také změna složení oleje a rezistence vůči antibiotikům. Komerční pěstování GM řepok je povoleno v Kanadě, USA, Austrálii, Chile a Japonsku. V Chile se pěstuje pouze jeden typ GM řepky a to GT200, která je tolerantní k glyfosátu. V Japonsku je sice schváleno pěstování více typů řepok, ale v praxi se zde GM řepka nepěstuje. Je to především z důvodu, že veřejnost je zde ohledně pěstování GM plodin skeptická. Japonsko ale patří mezi největší dovozce. V EU jsou schváleny tři GM řepky (T45, MS8, RF3) od firmy Bayer CropScience a jejich hybrid MS8 x RF3 pro krmivářské a potravinářské použití, které jsou upraveny k toleranci ke glufosinátu, a od firmy Monsanto GM řepka GT73 s tolerancí ke glyfosátu, která je schválena pouze pro krmivářské využití (Center For Environmental Risk Assessment, 2015; ISAAA, 2015).

Tab. 1: Typy GM řepek

Typy geneticky modifikovaných řepek		
Název Kód Obchodní název	Vlastnosti	Povoleno pro účely: ¹ Potravinářství ² Krmivářství ² Pěstování
Monsanto Company		
23-18-17 (Event 18) CGN-89111-8 Laurical™ Canola	změna složení oleje, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA
23-198 (Event 23) CGN-89465-2 Laurical™ Canola	změna složení oleje, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{2,3} USA
GT200 (RT200) MON-89249-2 Roundup Ready™ Canola	herbicidní tolerance (glyfosát)	^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ³ Chile
GT73 (RT73) MON-ØØØ73-7 Roundup Ready™ Canola	herbicidní tolerance (glyfosát)	^{1,2,3} Austrálie, ^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2,3} USA, ^{1,2} Čína, ^{1,2} Mexiko, ^{1,2} Nový Zéland, ^{1,2} Filipíny, ^{1,2} Singapur, ^{1,2} Jižní Korea, ² EU
MON88302 MON-883Ø2-9 TruFlex™ Roundup Ready™ Canola	herbicidní tolerance (glyfosát)	^{1,2,3} Austrálie, ^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2,3} USA, ^{1,2} Nový Zéland, ² Jižní Korea, ¹ Mexiko
MON88302 x MS8 x RF3 MON-883Ø2-9 x ACS-BNØØ5-8 x ACS-BNØØ3-6 not available	herbicidní tolerance (glyfosát, glufosinát), samčí sterilita	¹ Jižní Korea
MON88302 x RF3 MON-883Ø2-9 x ACS-BNØØ3-6 not available	herbicidní tolerance (glyfosát, glufosinát), samčí sterilita	¹ Jižní Korea
DuPont Pioneer		
NS738, NS1471, NS1473 not available not available	herbicidní tolerance (imidazolinon)	^{1,2,3} Kanada
45A37, 46A40 not available not available	změna složení oleje	^{1,2,3} Kanada
46A12, 46A16 not available not available	změna složení oleje	^{1,2,3} Kanada
61061 DP-Ø61Ø61-7 not available	herbicidní tolerance (glyfosát)	^{1,2,3} Kanada
73496 DP-Ø73496-4 Optimum® Gly canola	herbicidní tolerance (glyfosát)	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ^{1,3} Japonsko, ¹ Austrálie, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland

Typy geneticky modifikovaných řepek		
Název Kód Obchodní název	Vlastnosti	Povoleno pro účely: ¹ Potravinářství ² Krmivářství ² Pěstování
Bayer CropScience		
HCN10 (Topas 19/2) not available Liberty Link™ Independence™	herbicidní tolerance (glufosinát), rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2,3} USA
HCN92 (Topas 19/2) ACS-BNØØ7-1 Liberty Link™ Innovator™	herbicidní tolerance (glufosinát), rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ^{1,2} Jižní Korea, ^{1,3} USA, ^{1,2} JAR, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland,
MS1 (B91-4) ACS-BNØØ4-7 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland,
RF1 (B93-101) ACS-BNØØ1-4 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland,
MS1 x RF1 (PGS1) ACS-BNØØ4-7 x ACS-BNØØ1-4 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ^{1,2} Jižní Korea, ^{1,2} JAR, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland, ³ USA
RF2 (B94-2) ACS-BNØØ2-5 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ¹ Nový Zéland,
MS1 x RF2 (PGS2) ACS-BNØØ4-7 x ACS-BNØØ2-5 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ^{1,2} JAR, ^{1,2} Jižní Korea, ¹ Nový Zéland
RF3 ACS-BNØØ3-6 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát)	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2,3} USA, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} EU, ^{1,2} Jižní Korea, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland
MS1 x RF3 ACS-BNØØ4-7 x ACS-BNØØ3-6 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2} Čína
MS8 ACS-BNØØ5-8 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} USA, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} EU, ^{1,2} Jižní Korea, ¹ Nový Zéland
MS8 x RF3 ACS-BNØØ5-8 x ACS-BNØØ3-6 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ^{1,2} EU, ^{1,2} JAR, ^{1,2} Jižní Korea, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland
MS8 x RF3 x GT73 (RT73) ACS-BNØØ5-8 x ACS-BNØØ3-6 x MON-ØØØ73-7 not available	herbicidní tolerance (glyfosát, glufosinát), samčí sterilita	^{1,2,3} Japonsko, ¹ Mexiko, ¹ Jižní Korea

Typy geneticky modifikovaných řepek		
Název Kód Obchodní název	Vlastnosti	Povoleno pro účely: ¹ Potravinářství ² Krmivářství ² Pěstování
Bayer CropScience		
OXY-235 ACS-BNØ11-5 Navigator™ Canola	herbicidní tolerance (oxynil)	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,2} Čína, ¹ Austrálie, ¹ Nový Zéland, ¹ USA
PHY14, PHY23, PHY35, PHY36 not available not available	herbicidní tolerance (glufosinát), samčí sterilita	^{1,2} Japonsko
HCN28 (T45) ACS-BNØØ8-2 InVigor™ Canola	herbicidní tolerance (glufosinát)	^{1,2,3} Kanada, ^{1,2,3} Japonsko, ^{1,3} Austrálie, ^{1,2} Čína, ^{1,2} EU, ^{1,2} Jižní Korea, ^{1,3} USA, ¹ Mexiko, ¹ Nový Zéland
BASF		
MPS961, MPS962, MPS963, MPS964, MPS965 not available Phytaseed™ Canola	produkce fytázy, rezistence vůči antibiotikům	^{1,2} USA

Zdroj: Biosafety Clearing-House (2014), Center For Environmental Risk Assessment (2015), ISAAA (2015) Upraveno.

Tabulka č. 1 byla vypracována na základě dostupných databází GM plodin. Bohužel žádná z těchto databází není úplná. Přehled povolených GM řepek v Evropské Unii lze nalézt v databázi Catganského protokolu, avšak země, které nejsou signatáři této mezinárodní úmluvy, do této databáze údaje neposkytují. Informace z těchto zemí obsahuje nejpřesnější databáze CERA (Doubková, 2015, osobní sdělení).

3.2.1 GM řepka v Kanadě

V Kanadě se pěstuje jarní typ řepky olejné tzv. canola (Bečka, 2007). V celosvětovém srovnání pěstitelských ploch řepky je Kanada po EU hned na druhém místě (FAO, 2013). Kanadští zemědělci ovšem pěstují téměř celoplošně GM řepku. Ta se zde pěstuje na 7,5 mil. ha, což představuje 94 % pěstované řepky v této zemi celkem. Tím zajišťuje Kanada přes 90 % produkce GM řepky ve světě (GMO-Compas, 2014b).

V Kanadě se prosadily dva systémy pěstování řepky, které dnes dominují. Jedná se o Roundup Ready systém a Liberty Link systém. V obou systémech se jedná o geneticky modifikované plodiny k odolnosti vůči herbicidům (glyfosát nebo glufosinát). Vedle nich existuje na ploše asi 6 % systém Clearfield, ve kterém se jedná o hybridní non-GM řepku odolnou vůči herbicidům na bázi imidazolinu (Canola Council of Canada, 2010). Řepka se v Kanadě pěstuje na 16,5 % orné půdy, která v Kanadě tvoří 5 % rozlohy země (World Bank, 2014).

Z ekonomického hlediska je pěstování řepky v této zemi významným přínosem. Ekonomice přispívá ročně více než 19,3 bilionů dolarů a zabezpečuje 249 000 pracovních míst. Tato plodina je oblíbená hlavně pro svou ziskovost. Pěstuje se hlavně v západních provinciích jako je Britská Kolumbie, Alberta, Saskatchewan, Manitoba. Podstatná část úrody se také pěstuje v Ontariu a Québecu. 90 % vypěstované řepky Kanada vyváží ve formě semen, oleje nebo moučky. Největšími odběrateli jsou USA, Čína, Japonsko, Mexico, Indie a EU. V roce 2014 bylo do EU dovezeno z Kanady 64 tis. tun řepkového semene a 7 tis. tun řepkového oleje v celkové hodnotě 38,8 milionů dolarů (Canola Council of Canada, 2014a).

Nejdůležitější organizace, které v Kanadě sdružují pěstitele řepky, dodavatele vstupů, zpracovatele i exportéry, jsou Canola Council of Canada (CCC) a Canadian Canola Growers Association (CCGA). CCC si klade za cíle zvýšit podvědomí o významu řepky v kanadském průmyslu, zajistit právní pomoc a regulaci, podporuje růst a prosperitu všech segmentů hodnotového řetězce řepky, zachovat a zlepšit pověst a bezpečnost této komodity a agresivně bránit politice, které snižuje konkurenceschopnost nebo zabraňuje vstupu na trh (Canola Council of Canada, 2014b). Ve vedení této organizace jsou lidé, kteří mají působnost také ve firmách jako je Monsanto, Bayer CropScience nebo DuPont Pioneer (Canola Council of Canada, 2015).

3.2.2 Pěstitelský systém řepky v Kanadě

Výnosy řepky ovlivňuje mnoho faktorů, jako jsou podmínky vnějšího prostředí (světlo, teplo, vzduch, voda, živiny) a agrotechnické faktory (hnojení, výběr odrůdy, způsob setí, hubení škůdců a plevelů) (Bečka, 2007).

Zemědělcům v Kanadě je doporučováno pěstovat řepku v oblastech, kde nebývají vysoké teploty a omezení vlhkostí. Pro maximální výnosy se uvádí jako optimum 325 – 350 mm srážek během vegetačního období (Pest Management Centre, 2005). Ideální pH půdy je 6 – 7 (Brown et al., 2008). Pole pro řepku by mělo prosté obtížně regulovatelných plevelů. Termín setí by měl umožnit rychlé klíčení a vysoké procento vzejití. Setí do teplejší půdy později na jaře podporuje klíčivost a vegetativní růst. Optimální je teplota půdy vyšší než 10 °C. Naopak včasné zasetí řepky je žádoucí zejména v oblastech s krátkou sezónou, kde by mráz na podzim mohl negativně ovlivnit vývoj semen před jejich zralostí (Pest Management Centre, 2005). Kanadským farmářům je doporučováno pěstovat řepku na stejném poli nejdříve po 3 – 4 letech. Což umožňuje udržovat nemoci a škůdce na nižší úrovni a dosahovat vyšších výnosů. Jako vhodné předplodiny jsou uváděny především obilniny. Pohanka, len, vojtěška, jetel, brambory, hrách, fazole a čočka jsou doporučeny pěstovat s roční pauzou od řepky. Kukuřice, hořčice, cukrová řepa a slunečnice by měly mít v osevním postupu od řepky tříletý odstup, jinak se zvyšuje pravděpodobnost problémů s výskytem nemocí a plevelů (Canola Council of Canada, 2013). V posledních dekádě se však objevil v Kanadě trend zkrácení intervalu rotace plodin. Nejpobulárnější je pěstování řepky každý druhý rok i přesto, že výnosy řepky jsou vyšší, pěstuje-li se s odstupem 3 – 4 let, protože čistý zisk z řepky je, ve srovnání s jinými plodinami, pro zemědělce finančně výhodnější. Těmto zemědělcům je pak doporučováno přijmout postupy limitující rizika vzniku potencionálních problémů. Mezi tato doporučení patří měnit odrůdy řepky patřících do jiných HT systémů, aby rozmanitost používaných herbicidů snížila selekční tlak, vedoucí ke vzniku rezistencí plevelů. Dále je potřeba pole intenzivně kontrolovat a být schopen identifikovat počínající problémy se škůdci a nemocemi. Vyskytnou-li se problémy, musí být zemědělec schopen provést změnu technologie pěstování plodin, dříve než tyto problémy eskalují (Hartman, 2012).

3.2.3 Národní korporace a GMO

Geneticky modifikované plodiny jsou velký byznys. Hlavní roli v jejich vývoji a prosazování mají velké nadnárodní společnosti, které podnikají v biotechnologiích, agrochemii či farmacii. Největší firmou v této oblasti je americká nadnárodní společnost Monsanto, která za rok 2014 utržila 15,85 mld. USD, její čistý zisk dosáhl 2,74 mld. USD (Bernat, 2014). Mezi proslule známé, někdy kontroverzní, výrobky (kromě GMO) této firmy patří mimo jiné insekticid DDT, PBC (polychlorované bifenyly), umělá sladidla Sacharin a Aspartam a herbicid Roundup (Monsanto, 2013).

Společnost byla založena v roce 1901 a její první produkt bylo umělé sladidlo sacharin. V roce 1945 společnost Monsanto uvedla na trh herbicid 2,4-D (kyselina dichlorfenoxycetová) (Monsanto, 2013). Tento herbicid byl použit ve směsi s herbicidem 2,4,5-T (kyselina trichlorfenoxycetová) během války ve Vietnamu (1964 – 1975) jako defoliant pod označením Agent Orange, aby odlistil prales a znemožnil tak partyzánům se ukrývat (Stellman et al., 2003).

O dvacet let později firma proráží s dalším herbicidem – Ramrod, který je určen k hubení plevelů v kukuřici, cibuli, řepce, karafiátech a maceškách. V roce 1968 následuje komercializace herbicidu Lasso. Herbicid Roundup byl poprvé uveden na trh v USA v roce 1976. V roce 1982 se vědcům této společnosti povedlo jako prvním geneticky modifikovat rostlinou buňku a o pět let později provádí již první polní pokusy s modifikovanými rostlinami. V roce 1994 proniká na americký trh s produktem nesoucí název Posilac. Jedná se o rekombinantní bovinní růstový hormon (rBST), který zvyšuje produkci mléka. V roce 1996 zavádí GM plodiny, první takovou plodinou je Roundup Ready sója a Bt bavlník, hned závěsu následují plodiny jako je Roundup Ready řepka, Roundup Ready bavlník a Roundup Ready kukuřice. V průběhu let společnost uvedla na trh další typy osiva (geneticky modifikované i konveční) a herbicidů, podílela se na financování různých projektů včetně programu pro boj se světovým hladem a navázala spolupráci s firmou BASF (Monsanto, 2013). Dnes společnost ovládá až 95 % trhu s geneticky modifikovanými osivy a čelí vlně veřejné kritiky (Dujčáková, 2013).

Další velká firma, která také pěstuje GM řepku, je Bayer. Byla založena v 90. letech 19. stol. v Německu jako chemická a farmaceutická společnost. Poprvé se proslavila přípravkem aspirin. Tato společnost vyvinula mimo jiné GM řepku tolerantní k herbicidům na bázi glufosinátu. GM řepka nese komerční název LibertyLink nebo InVigor a je tolerantní např. k herbicidu Basta, který vyrábí tatáž společnost (Bayer, 2014).

Mezi další hráče ohledně GMO patří společnosti Syngenta, DuPont Pioneer, Dow AgroSciences nebo BASF (Ross, 2008).

4 Metodika

Metodika vypracování srovnávací studie působení transgenních řepky v pěstitelských systémech v první fázi spočívala ve sběru podkladů a dat a studiu odborných a vědeckých publikací. Vědecké články byly čepány pomocí rozhraní Web of Knowledge pro přístup do bibliografických a citačních databází. Z těchto databází bylo citováno přes 40 odborných článků. Odborná data ohledně pěstování GM řepky byla převzata z velké míry od kanadských, amerických nebo australských institucí, jelikož v těchto zemích mají s pěstováním GM řepky největší zkušenosti. Velký prostor byl dán i samotným nadnárodním firmám, které GM řepku uvádí do oběhu. Jedná se o firmy Monsanto, Bayer CropScience, DuPont Pioneer a BASF.

Analýza zjištěných skutečností byla dokumentována v práci v jednotlivých kapitolách, rozdělených podle vlivu na určité složky a to na životní prostředí, na zdraví člověka a hospodářských zvířat a na socio-ekonomickou stránku.

Závěry srovnávací studie jsou vyjádřeny ve SWOT analýze, pomocí níž jsou identifikovány silné a slabé stránky pěstování GM řepky ve vztahu k příležitostem a hrozbám, které se mohou vyskytnout ve vnějším prostředí. Tato analýza byla zohledněna k vytvoření doporučení pro další komerční pěstování GM řepky.

5 Vliv transgenních řepok na agroekosystém

Díky maximalizaci zjednodušení pěstební technologie představují GM plodiny pro průmyslový přístup v zemědělství velký pokrok. Díky této technologii je možné pěstovat odolnější plodiny či nutričně výhodnější plodiny, dosahovat vyšších výnosů s menšími vstupy, čímž zemědělci dosahují lepší ekonomiky. Tyto plodiny jsou nástrojem pro intenzivnější formu zemědělství a zemědělskou expanzi do dosud těžko obdělávatelných prostředí (James, 2013). Ovšem nesou s sebou i negativa, přinášejících více otázek než odpovědí (Bioinstitut, 2008). Pro posouzení jejich vlivu na agroekosystém je nutné neomezovat se na izolované posuzování GM plodin, ale brát v potaz celý systém pěstování a zemědělskou praxi (Grumet et al., 2011).

5.1 Vliv na životní prostředí

Dle dostupných zdrojů se ohledně GM řepky a jejího vlivu na životní prostředí nejvíce diskutuje o rizicích herbicidů používaných v těchto porostech, problematice „superlevelů“, možnostech kontaminace konvenčního či ekologického zemědělství a biodiverzitě.

5.1.1 Roundup

Roundup je neselektivní herbicid s účinnou látkou glyfosát od americké firmy Monsanto. Roundup je v současnosti světově nejužívanějším herbicidem. Glyfosát nebo jeho sůl tvoří 40 – 50 % hmotnosti herbicidu, zbytek směsi tvoří surfaktanty a další látky usnadňující aplikaci (Williams et al., 2000). Podle firmy Monsanto (2014) je předností tohoto herbicidu jeho vysoká účinnost a šetrnost k životnímu prostředí. Jeho použití na GM plodiny s rezistencí vůči glyfosátu (tzv. Roundup Ready plodiny) umožňuje zemědělcům šetřit palivo, díky snížení počtu přejezdů po pozemku z důvodů použití různých druhů herbicidů. Firma dále uvádí, že používáním herbicidu Roundup dochází ke snížení celkové spotřeby herbicidů.

Právě účinná látka glyfosát (N-(fosfonomethyl)glycin) a její dopady na životní prostředí a zdraví člověka je aktuálně diskutované téma. Herbicid na bázi glyfosátu inhibuje enzym EPSP, bez kterého rostlina nemůže vytvořit požadované proteiny pro růst a hyne. Lidé a zvířata nepoužívají EPSP syntézu. To přispívá k předpokladu, že se nepředpokládá toxicita pro lidi a zvířata při použití podle návodu (Monsanto, 2014). Glyfosát se v přírodě váže pevně do půdy a přirozeně je rostlinám a půdním organismům neodstupný. V důsledku toho má malý v půdě účinek a herbicidní účinky jsou omezeny na kontakt s listy. Kromě toho je

glyfosát velmi dobře rozpustný ve vodě a nerozpustný v živočišných tucích. Z tohoto důvodu se nekonzcentruje v rybách ani v jiných živočiších. O dopadu na životní prostředí surfaktantů obsažených v tomto herbicidu je toho známo méně, ale míra působení se zdá být stejná (Giesy et al., 2000). Byly také hodnoceny účinky glyfosátu na půdní mikroorganismy. Každoročně po dobu 19 let byl prováděn a vyhodnocován pokus, který neprokázal žádný vliv na půdní biomasu ani na mikrobiální dýchání (Hart and Brookes, 1996). Samotný glyfosát je považován za látku s relativně nízkou toxicitou. Ovšem v kombinaci s jinými látkami byla dokázána vyšší toxicita než u čistého glyfosátu. Přípravek Roundup obsahuje kromě glyfosátu další inertní přísady. Tým francouzských vědců tvrdí, že studie komerčně prodávaných pesticidů se zaměřily pouze na účinnou složku fosfát a tím v podstatě podcenily jejich potenciální nebezpečí (Mesnage et al., 2014). Předmětem diskuse je kromě glyfosátu surfaktant polyoxy-ethylenamin (POEA) a hlavní produkt rozkladu kyselina aminomethylfosfonová (AMPA) (Giesy et al., 2000).

Dopady na člověka

Gillam (2013) uvádí, že používání nejpopulárnějšího herbicidu na světě Roundup by mohlo být spojeno s řadou zdravotních problémů a nemocí lidí, včetně Parkinsonovy choroby, neplodnosti a rakoviny.

Přestože průmysl tvrdí, že glyfosát, není nebo je jen minimálně toxický pro člověka, Samsel (2013) argumentuje jinak. Podle studie tohoto autora se nacházejí rezidua této látky v potravinách a mají nepříznivý vliv, protože mají schopnost inhibovat aktivitu cytochromu P450 (CYP). CYP má u člověka významnou úlohu při metabolismu cizorodých látek. Důsledkem toho glyfosát „zvyšuje“ škodlivé účinky chemických reziduí v potravinách a životním prostředí, jelikož brání jejich odbourávání v těle. To je podle autora spojeno se vznikem nemocí, jako jsou gastrointestinální poruchy, obezita, diabetes, onemocnění srdce, deprese, autismus, neplodnost, rakovina a Alzheimerova choroba.

Firma Monsanto se hájí studií uvádějící, že glyfosát není karcinogenní. Pokus na karcinogenitu byl proveden na myších a potkanech. Myším bylo perorálně podáváno denně 885 mg na kg tělesné hmotnosti po dobu 24 měsíců. U samců byl nalezen malý počet benigních tubulárních adenomů v ledvinách. Ale jejich výskyt v kontrolní a pokusné skupině se výrazně nelišil. Rovněž nebyly pozorovány žádné související preneoplastické léze. Spojitost glyfosátu se vznikem nádorů nebyla prokázána v této studii ani u potkanů (Williams et al., 2000). Monsanto (2005a) vydalo dokument, kde dále popírají, s oporou v předchozí

studii, vliv herbicidu Roundup na zdraví člověka (za předpokladu dodržení podmínek použití) nepříznivý vliv glyfosátu na reprodukci a vývoj. Dále uvádí, že glyfosát má velmi nízkou akutní toxicitu, což znamená, že k vyvolání nepříznivých účinků je zapotřebí velmi vysoká expozice.

Některé země již zakázaly na svém území glyfosát používat. Mezi tyto země patří Srí Lanka, která zakázala jeho používání v březnu 2014 (Pothmulla, 2014). Zákaz byl vydán po publikování studie, kde lékaři dokazují spojení mezi glyfosátem a chronickým onemocněním ledvin, které má zde vysoký výskyt. Sice sám glyfosát není původce epidemie chronického onemocnění ledvin, ale pokud se spojí s faktory jako je tvrdá voda a znečištění pitné vody a potravin toxickými kovy, způsobuje poškození ledvinové tkáně tisícům místních zemědělců (Jayasumana et al., 2014).

V září 2013 byl schválen zákaz glyfosátu také v Salvádoru (Winters, 2013). V Nizozemsku parlament rozhodl o zákazu prodeje herbicidů na bázi glyfosátu soukromým osobám. Zákaz bude v platnosti od konce roku 2015. To znamená, že lidé budou muset pro své zahrady a trávníky najít jinou formu ochrany (Inhabitat, 2014). V Brazílii se o zákazu glyfosátu zatím jen jedná. Federální státní zástupce požádal o soudní zákaz používání (Sarich, 2014).

Podle posledních studií se zdá, že pomocné látky v přípravku Roundup nejsou tak inertní, jak Monsanto tvrdí. Vedlejší složka POEA, která napomáhá, aby se účinná složka herbicidu glyfosát dostala do přímého kontaktu s povrchem listu rostliny, byla podrobena testům na lidských embryonálních buňkách, placentárních buňkách a buňkách pupeční šňůry. Testovány byly účinky na tyto tkáně jak samotné složky POEA, tak samotného glyfosátu a kompletního herbicidu Roundup. Poškození buněk bylo pozorováno ve všech případech, avšak toxické účinky glyfosátu výrazně stouply, pokud působil společně s POEA. Také se ukázalo, že samotný POEA škodil buňkám více než samotný glyfosát (Banachour and Seralini, 2009). Na tuto studii reagovalo Monsanto (2005b) námitkou, že buňky byly vystaveny neúměrně vysokým dávkám. Kritizuje rovněž použití buněk kultivovaných in vitro, které neodpovídají reálným podmínkám živých organismů.

Dopady na živočichy

Williams et al. (2000) tvrdí, že za předpokladu správné aplikace Roundup nepředstavuje zdravotní riziko pro jak pro člověka, tak pro ostatní savce a ptáky. Zdá se však, že na vodní organismy, zejména ryby, má tento herbicid větší dopady než na savce (Grisolia, 2002).

Přestože je zakázáno herbicid Roundup aplikovat přímo do vodního prostředí, tyto herbicidy vstupují do vodního ekosystému prostřednictvím úletu postřikové kapaliny, nechtěným postřikem a do určité míry i vyplavením z ošetřených ploch. To s sebou přináší riziko pro vodní a obojživelné organismy (Giesy et al., 2000).

Moreno (2014) provedl výzkum na prochilodu čárkovaném (*Prochilodus lineatus*). Nedospělé jedince tohoto druhu vystavil přípravku Roundup Transorb®. Tato účinná formulace byla vyvinuta pro použití během období dešťů. Jeho absorpce rostlinou je zkrácena na 1 hod oproti ostatním formulacím, které potřebují ke vstřebání alespoň 4 hod (Rodrigues and Almeida, 2005). U jedinců vystavených této látce se oproti kontrolní skupině prokázalo podstatně vyšší poškození DNA. Z výsledků autor usuzuje, že Roundup je genotoxický k žaberním buňkám a erytrocytům (Moreno et al., 2014).

Relyea (2005) také uvádí toxicitu přípravku Roundup pro vodní živočichy. Zkoumal vliv přípravku na změnu biodiverzity vodních společenstev, které obsahovaly řasy a 25 druhů vodních živočichů. Působením herbicidu Roundup se druhová rozmanitost snížila o 22 %. Velký vliv měl přípravek na pulce, kde byl zaznamenán pokles druhové rozmanitosti 70 %. Dva druhy pulců zcela vymizely a třetí druh byl téměř vyhuben.

Podobně vykazoval Roundup negativní vliv na krevetky *Caridina nilotica*. Tři životní etapy tohoto druhu byly vystaveny tomuto přípravku. Ukázalo se, že nejcitlivější je nejranější stádium (< 7 dnů od vylíhnutí). A všechny tři životní etapy vykazovaly pomalé a nekoordinované pohyby oproti kontrolní skupině (Mensah et al., 2011).

K závěru, že toxicita pro vodní živočichy byla podceněna, došel i Cuhra (2013). Zkoumal vliv přípravku Roundup na vodní bezobratlé živočichy hrotnatky velké (*Daphnia magna*). Druh byl vystaven účinků subletální dávky (0,05 – 4,05 mg účinné látky/l za 55 dnů). Již při nejmenší podané koncentraci bylo pozorováno snížení růstu juvenilních stádií. Při koncentraci 1,35 mg.l⁻¹ se vyskytla až 100 % potratovost a při koncentraci 4,05 mg.l⁻¹ byly zaznamenány výrazné negativní účinky na většinu testovaných parametrů včetně mortality.

Pro vodní a obojživelné živočichy jsou více nebezpečné surfaktanty než sám glyfosát (Giesy et al., 2000). Týž názor zastává i Moore (2012), který provedl výzkum působení herbicidu Roundup a jeho jednotlivých složek (isopropylaminová sůl glyfosátu, povrchově aktivní složka POEA) na pěti druzích severoamerických žab (*Rana pipiens*, *Hyla chrysocelis*, *Rana catesbeiana*, *Bufo fowleri*, *Rana clamitans*). U žádného z pěti druhů nebyla pozorována významná úmrtnost po vystavení isopropylaminové soli glyfosátu, bylo však zjištěno, že používané povrchově aktivní látky tohoto herbicidu se podílí na toxicitě pro tyto organismy

až ze 100 %. Na nepříznivé účinky látky POEA k vodnímu ekosystému poukazuje i poměrně nová studie vlivu tohoto surfaktantu na genotoxické, biochemické a fyziologické parametry sladkovodních ryb (Navarro and Martinez, 2014).

5.1.2 Basta, Liberty

Basta a Liberty jsou neselektivní herbicidy od firmy Bayer. Jejich účinnou látkou je glufosinát amonný. Jsou to kontaktní herbicidy s částečně i systémovým účinkem. Rostliny přijímají přípravek zelenými nadzemními částmi. V zasažené rostlině dochází k poruše amoniakálního metabolismu, v důsledku čehož je významně zbrzděna fotosyntéza a rostliny po několika dnech po aplikaci hynou (Khachatourians et al., 2002). Glufosinát-amonný byl poprvé uveden na trh v roce 1984 (Bayer, 2004). Je registrován pro použití k regulaci plevelů v různých plodinách na celém světě, včetně sóji, kukuřice, bavlny a řepky, které byly geneticky upraveny k toleranci této látky. Firma Bayer uvádí, že herbicidy na bázi glufosinátu jsou při dodržení pokynů na obale bezpečné pro spotřebitele i životní prostředí (Bayer CropScience, 2014). Na příbalovém letáku k herbicidu Basta se nachází hned několik R vět:

R 41: Nebezpečí vážného poškození očí

R 60: Může poškodit reprodukční schopnost

R 63: Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky

R 21/22: Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití

R 48/20/22: Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním.

R 52/53: Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí (Bayer CropScience, 2012).

Právě potenciál herbicidu způsobit reprodukční toxicitu u lidí je vážně diskutované téma (Schulte-Hermann et al., 2006). Glufosinát amonný je klasifikován jako toxický pro reprodukci kategorie 2 (Bayer CropScience, 2012). Podle zákona č. 350/2011 Sb. je látka nebo směs řazena do kategorie 2 toxicity pro reprodukci, pokud existují dostatečné důkazy pro poškození fertility nebo vznik vývojové toxicity na základě dlouhodobých studií na zvířatech (Česko, 2011). Studie vědců ve spolupráci s Bayer CropScience z roku 2006 se nicméně snaží dokázat, že tato klasifikace není oprávněná. Své závěry dokládají tvrzeními, že nejsou k dispozici klinické údaje naznačující, že glufosinát amonný způsobuje reprodukční toxicitu u žen. Možná reprodukční toxicita pro člověka byla odvozena pouze na základě pozitivních výsledků u zvířat, které ukázaly, že látka způsobuje reprodukční toxicitu

u potkanů. Vědci spolupracující s Bayer CropScience (2006) ve své studii zpochybňují publikované údaje tím, že potkani byli vystaveni neúměrně velkým dávkám a že nepříznivé účinky má na svědomí mechanismus inhibice syntézy glutaminu, který je zásadní pro životaschopnost embrya.

K tomu, aby se vyskytla úmrtnost u embryí, je zapotřebí významné snížení mateřského glutaminu. Taková situace může nastat pouze tehdy, když je matka vystavena velmi vysokým úrovním glufosinátu amonného (Schulte-Hermann et al., 2006). Podle posledních studií na myších bylo zjištěno, že aplikace herbicidu při dávce 1/100 LD50 měla negativní vliv na růst a kvalitu embryí. Výsledky ukazují, že intoxikace matky tímto herbicidem může mít vliv na vývoj embryí a naznačují, že odpovědnost za tento efekt nenesou pravděpodobně sám glufosinát amonný, ale i sekundární komponenty herbicidu (Fabian et al., 2011).

Nicméně, právě z důvodu reprodukční toxicity je glufosinát uveden na seznamu látek určených pro substituci na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1107/2009, který byl uveřejněn v lednu 2015. Na seznamu je celkem 77 účinných látek užívaných na ochranu rostlin (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2015). Tento seznam je výsledkem nezávislého komplexního přezkoumání účinných látek, které byly na trhu dne 31. ledna 2013. Znamená to, že výrobky obsahující glufosinát a ostatní uvedené látky, budou muset projít srovnávacím posouzením členskými státy za účelem zjištění, zda existuje příznivější alternativa k použití na ochranu rostlin (včetně nechemických metod). Cílem je podpořit udržitelnější ochranu plodin. Seznam není ovšem seznamem zakázaných látek. Všechny látky na seznamu budou stále k dispozici na trhu a jsou považovány za bezpečné, když se však nalezne vhodná alternativa, mohou být nahrazeny. Schvalovací lhůty pro substituenty jsou maximálně 7 let (European Commission, 2015). V této souvislosti se firma Bayer aktivně snaží prokázat, že jejich herbicidy s touto účinnou látkou jsou při dodržování instrukcí na etiketách neškodné lidem z důvodu zanedbatelné expozice. Také se domnívá, že je potřeba zachovat v Evropě tento typ herbicidů, který se jako jediný neselektivní herbicid může otáčet vůči glyfosátu, aby se zabránilo vzniku rezistentním plevelům (Bayer CropScience, 2014).

5.1.3 „Superplevele“

Pojem „superplevel“ se užívá k označení plevele, rezistentního k herbicidu. Jedná se o jednotlivce v rámci druhu schopné přežít aplikaci herbicidu v dávkách, které se udávají jako účinné pro tento druh (WSSA, 2014). „Superplevel“ se může vyvinout buď na základě značného selekčního tlaku, jako je opakované používání stejného herbicidu, nebo také může vzniknout náhodným křížením geneticky modifikovaných plodin s volně rostoucími rostlinami (Bioinstitut, 2008).

Plevele, které si vyvinuly rezistenci k určitým herbicidům používaných v GM plodinách, způsobují zemědělcům problémy. Ty jsou obzvláště závažné, jelikož dnes je na trhu více plodin, které se rezistentní ke glyfosátu nebo glufosinátu. U obou typů herbicidů se stává, že jsou používány po více let v nepřetržitých monokulturách nebo dokonce i v systému střídání plodin (Grumet et al., 2011).

Vznik na základě selekčního tlaku

Rezistentní plevele se v životním prostředí sice vyskytují přirozeně, ale pouze velmi zřídka. Avšak opakované použití herbicidů se stejným inhibičním účinkem, vede k selekci odolných rostlin. Výsledkem je vyšší četnost těchto jedinců. Při nepřetržitém používání stejného herbicidu se může vyvinout rezistentní plevel za méně než tři nebo čtyři roky (Grumet et al., 2011)

Rezistence vůči herbicidu byla detekována u 242 plevelných druhů po celém světě. Zhruba třetinu z nich tvoří plevele odolné k ALS inhibitorům. Další velkou část tvoří plevele, u kterých byla zjištěna rezistence vůči triazinu. Odolnost vůči glyfosátu byla zaznamenána u 31 plevelných druhů v 235 jedinečných případech (Heap, 2015).

Roundup se stal komerčně dostupným od roku 1976 (Monsanto, 2013). Zpočátku kvůli vysoké ceně bylo jeho použití omezeno pouze na místa, jako jsou sady a nekomerční plodiny. Jakmile cena poklesla, začal být značně používán v extensivních bezorebných systémech a k ničení plevelů na půdě ponechané ladem. V roce 1996 po zavedení Roundup Ready® plodin se jeho spotřeba dramaticky zvýšila a byl poprvé používán na polích (Heap, 2014). Tento rok byl také nalezen v Austrálii první plevel odolný ke glyfosátu - jílek tuhý (*Lolium rigidum*). Mezi nejčastěji detekované druhy odolné ke glyfosátu patří turanka kanadská (*Conyza canadensis*) s 38 případy v různých státech, laskavec Palmerův (*Amaranthus palmeri*) s 32 případy v USA a laskavec tamaryškový (*Amaranthus tuberculatus*) s 21 případy nalezených v USA v Kanadě (Heap, 2015).

Podle Heapa (2014) je boj s rezistentními plevely kritický a již dnes působí tyto druhy významné ekonomické škody. Jako strategii k předcházení těmto plevelům uvádí střídání druhů herbicidů na místech působení a nástroje integrované ochrany rostlin proti plevelům.

Podle směrnice 2009/128/ES do nástrojů integrované ochrany patří mimo jiné používání herbicidů na takové úrovni, která lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit a která minimalizuje ohrožení životního prostředí (European Parliament and Council of the European Union, 2009). Vysoké zastoupení GM plodin rezistentních ke glyfosátu (Roundup Ready řepka) zejména v Americe a Kanadě však znamená mimořádně velké a výhradní použití glyfosátu pro kontrolu plevelu na velkých stálých plochách, což postupně vede ke vzniku těchto plevelů (Powles, 2008). Obecně bývá také systém pěstování GM plodin, včetně GM řepky, zjednodušený a nevyskytuje se v něm větší rotace plodin, což selekci rezistentních plevelů také podporuje (Buhler et al., 1997).

Vznik na základě křížení s GM plodinami

O možnosti vzniku „superlevelů“ na základě křížení se hovořilo již v 90. letech 20. stol. Převažoval však názor, že vznik takových plevelů odolných vůči neselektivním herbicidům je nepravděpodobný (Bradshaw et al., 1997), protože úspěšné křížení příbuzných druhů závisí na více faktorech, jako je vzdálenost mezi rodičovskými druhy, synchronizace kvetení, genotyp nebo podmínky vnějšího prostředí (Scheffler and Dale, 1994). Posledně zmínění autoři dále uvádí, že vzniklí hybridi budou mít špatnou vitalitu a vysokou míru sterility, což znamená, že oni sami ani jejich potomstvo v zemědělském ani přirozeném prostředí nepřežije (Scheffler and Dale, 1994).

I přest výše uvedené měli mnozí zástupci vědecké obce již v této době velké obavy ohledně rizika přenosu genu z GM plodin na jejich blízké planě rostoucí příbuzné (Metz et al., 1997; Warwick et al., 1999).

Transgenní řepka olejná (*Brassica napus* L.) se může křížit s několika příbuznými plevelnými druhy jako je brukev řepice (*Brassica rapa* L.), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum* L.), hořčice rolní (*Sinapis arvensis* L.) nebo ředkevník galský (*Erucastrum gallicum* (Willd.) O. E. Schulz), pravděpodobnost toku genů je nicméně velmi nízká (Warwick et al., 2003).

Nejpravděpodobnější se jeví tok genů z řepky olejné do brukve řepice. První spontánně vzniklí F₁ hybridy (transgenní *B. napus* x *B. rapa*) byli detekováni v roce 2001

v Kanadě. Testovaní hybridi byli morfologicky podobní *B. rapa*, měli sníženou životaschopnost pylu asi o 55 % a byla u nich prokázána rezistence k herbicidu (Warwick et al., 2003). Hybridy se získanou odolností vůči herbicidu s sebou mohou přinést potenciálně složitější a finančně náročnější strategie regulace plevelů. Důsledky na nezemědělských stanovištích mohou být menší, ale zvětší části nedokumentovatelné (Legere, 2005).

Podle Warwicka (2007) ovšem neexistují přesvědčivé údaje, které by naznačovaly, že přítomnost transgenů pro odolnost k herbicidu v plevelných druzích musí být nutně riskantní. Význam takových hybridů by závisel z hlediska ekologie, na tom zda by se u takovýchto transgenních rostlin vyskytla zvýšená fitness, která by umožnila nárůst početnosti jejich populace a dala by jim potenciál stát se významně invazivními.

GM řepka jako plevel

GM řepka rezistentní k herbicidům se může stát plevelným druhem, pokud při sklizni dojde k vypadnutí semen, která mají u řepky schopnost přetrvat v půdě i mnoho let. Semena v dalších letech dají vzniknout výdrolové populaci. Pokud se tyto rostliny objeví v následujících letech mezi plodinou jiného druhu, tvoří pak nežádoucí plevel. S tímto problémem bojují hlavně farmáři v Kanadě, kde se pěstuje na velkých plochách řepka rezistentní ke glyfosátu i řepka rezistentní ke glufosinátu a dochází zde dokonce ke tvorbě hybridů, kteří nesou jak geny k odolnosti k herbicidům na bázi glyfosátu, tak glufosinátu (Hall et al., 2000).

Semena řepky se také šíří mimo pole během přepravy, což dává vzniknout populacím lemující okraje silnic či železnic. V západní Kanadě jsou uniklé populace herbicid-rezistentní řepky mimo obdělávaná pole všudypřítomné, avšak celkový rozsah zůstává neznámý. U 62 % testovaných uniklých populací byla pozorována několikanásobná rezistence k herbicidům (glyfosát, glufosinát, imidazolin) (Knispel et al., 2008). Podobně je na tom i USA, kde se odebíraly vzorky řepky podél hlavních silnic. Bylo zjištěno, že 80 % z nich neslo alespoň jeden transgen k rezistenci k herbicidu. Na základě tohoto výzkumu vědci tvrdí, že v USA je nedostatečné sledování a kontrola GM plodin (Gilbert, 2010).

Případ uniklých populací GM řepky byl zdokumentován také v Austrálii. V srpnu v roce 2011 se vysypalo při nehodě z kamionu 15 tun GM řepky na hlavní silnici v Západní Austrálii 10 km od města Albany. Místo bylo ošetřeno za účelem zlikvidování všech rostlin GM řepky. Následně byl v listopadu 2012 proveden průzkum, za účelem zjištění výskytu

přeživších rostlin. Testy odhalily, že 33 (62,2 %) z 53 testovaných rostlin řepky podél silnice byly GM. Pozitivní vzorky byly nalezeny po celé délce silnice. Za možnou příčinu vysoké koncentrace GM řepky na této silnici se uvádí rozšíření semen projíždějícími vozy během čištění komunikace (Conservation Council of Western Australia, 2012).

Podobný případ byl popsán i v Evropě, přestože se zde GM řepka nepěstuje. A to ve Švýcarsku v roce 2012, kdy byla nalezena GM řepka rostoucí volně v přístavní oblasti v Basileji. Pravděpodobně osivo řepky spadlo na zem během tranzitu nákladních člunů nebo nákladních vlaků. Ze 139 testovaných rostlin, bylo 29 GM řepky odolné vůči glyfosátu (Greenpeace, 2012). Knispel et al. (2008) naznačuje, že tyto uniklé populace GM plodin mohou také přispět k šíření geneticky modifikovaných znaků, které by mohlo mít negativní dopady pro pěstování zemědělských plodin (Knispel et al., 2008).

5.1.4 Spotřeba pesticidů

Bylo zaznamenáno, že od začátku komerčního pěstování GM plodin v roce 1996 došlo do roku 2012 k celkovému snížení spotřeby pesticidů. Úspora byla odhadnuta na 497 mil. kilogramů účinných látek, což odpovídá 8,7 % (James, 2013).

V rozporu s tímto tvrzením vyšla studie Benbrooka (2012), který uvádí, že GM plodiny potřebují mnohem více herbicidů než konvenční. Autor tvrdí, že plodiny tolerantní vůči herbicidům plnily dobře svoji funkci v prvních letech používání, aby posléze nadměrné používání vedlo ke vzniku plevelů odolných k herbicidu, což přimělo zemědělce zvyšovat množství aplikované látky (převážně glyfosátu) a provádět postřiky častěji. HT plodiny způsobily podle téhož autora nárůst používání herbicidu za 16 let svého pěstování (1996 – 2011) o 239 mil. kg, než by pravděpodobně bylo za pěstování nerezistentních plodin. Na tuto skutečnost poukázal Benbrook již v roce 2004. Uvádí, že v prvních třech letech spotřeba herbicidů používaných na tři nejpěstovanější GM plodiny (kukuřice, sója a bavlník) vůči konvenčnímu zemědělství opravdu poklesla, avšak v dalších letech spotřeba naopak vzrostla (Benbrook, 2004).

5.1.5 Vliv na biodiverzitu

Obecně má zemědělství vzhledem k přeměně přírodních ekosystémů na zemědělské plochy značný vliv na změnu biodiverzity. Potenciální vliv GM plodin na biodiverzitu je již více let předmětem zájmu. Podle americké studie má pěstování GM plodin pozitivní vliv

na biologickou rozmanitost, díky vyšším výnosům, snížení používání insekticidů a používání šetrnějších herbicidů k životnímu prostředí. Také díky vyšší výnosnosti tyto plodiny umožňují obhospodařovat menší plochy, čímž přispívají k zachování biodiverzity (Carpenter, 2011). Ovšem technologie pěstování HT plodin umožňují dosažení téměř bezplevelného porostu, což může působit obavy, jelikož každá rostlina je součástí potravního řetězce (Brooks et al., 2007; Firbank et al., 2003).

Právě na GM HT plodiny (kukuřici, řepu a řepku olejnou) a jejich vliv na biodiverzitu byl zaměřen britský výzkum. Bylo hodnoceno srovnání GM a non-GM porostů: 67 porostů jarní řepky, 66 porostů řepy, z nichž 26 porostů bylo krmné řepy a 40 cukrové řepy, a 68 porostů kukuřice. Výsledky ukázaly, že u transgenní řepky a řepy bylo po použití herbicidu v porostu o třetinu méně biomasy plevelů a semen než u konvenčních odrůd (před postemergentní aplikací herbicidů tomu bylo naopak). U těchto dvou plodin byla nalezena menší zásoba semen plevelů v půdě. Ty jsou důležité jako zdroj potravin pro mnoho bezobratlých i malých savců a ptáků. Naopak v GM kukuřici se vyskytovalo v porovnání s konvenční více biomasy plevelů. Obecně byla flóra a fauna nejbohatší v konvenčním pěstování řepky olejné a řepy a nejchudší v konvenčním pěstování kukuřice (Firbank et al., 2003). V pokusu pokračoval Brooks et al. (2007), který v pětiletém výzkumu potvrdil, že v GM řepce olejné oproti konvenční je po aplikaci herbicidu menší množství dvouděložných plevelů, což mělo vliv v těchto lokalitách na snížení počtu včel, motýlu a střevlíků živící se jejich semeny. Watkinson et al. (2000) také uvádí, že právě snížená zásoba semen plevelů v GM HT plodinách, jako je i řepka olejná, může mít negativní důsledky na ptačí populace živící se semeny. Autoři však shodně uvádějí, že za poklesem biodiverzity není sama genetická modifikace, ale důležitým faktorem je agrotechnický systém a způsob potlačení plevelů s ní spojený (Brooks et al., 2007; Firbank et al., 2003; Champion et al., 2003).

5.1.6 Dopad na včely

Opylovači, především včely, jsou pro zemědělství nezbytné, zvyšují výnos u více než 66 % druhů plodin. U řepky opylení včelami představuje zvýšení produkce zhruba o 30 % (Šubrt, 2012). Diskutuje se o dramatických úhynech včel „Colony Collapse Disorder“ právě zejména v USA a Kanadě a souvislostí tohoto jevu s pěstováním GM plodin v těchto zemích (Morandin and Winston, 2005).

Příčiny úhynu včel však nejsou zatím zcela objasněny. Pravděpodobně se jedná o celý komplex vlivů působících současně, jako např. pesticidy, pěstování GM plodin, stres, nekvalitní výživa nebo globální oteplování (Šubrt, 2012; USDA, 2012). Pokud se hovoří o negativním vlivu GM plodin na včelstva, dává se vina především Bt plodinám. Avšak prozatím neexistují žádné přesvědčivé důkazy, že by za CCD stály GM plodiny (Oldroyd, 2007). Studie, která hodnotila účinky konkrétně GM řepky (tolerantní k glyfosátu), také neodhalila žádnou spojitost mezi úhynem včelstev a touto plodinou (Huang et al., 2004). Podle Abrola (2011) GM plodiny včely nepoškozují ale naopak díky sníženému používání pesticidů a obdělávání půdy jsou prospěšné pro včelí populace oproti konvenčnímu zemědělství.

Nicméně je zajímavé, že podle studie prováděné v roce 2002 v Kanadě na polích s GM řepkou, konvenční i ekologickou, byl nejmenší výskyt včel sledován právě na polích, kde byla pěstována GM řepka a nejvíce včel bylo pozorováno na polích s ekologickou řepkou (Morandin and Winston, 2005).

Problematika včel a GM řepky se také týká kontaminace medu, jestliže včely seberou pyl i na GM plodině. Včely při hledání potravy urazí mnohdy i dlouhé vzdálenosti, jejich doletová vzdálenost za pylem může být i 4 km (Pasquet et al., 2008). Skutečnost, že včely do úlu zanesou pyl z GM řepky, je třeba v Kanadě velmi pravděpodobná. Podle Vohralíkové (2008) již v Kanadě nemůže být kvůli tomu produkován biomed.

5.1.7 Koexistence

Vzhledem k narůstajícím plochám pěstovaných GM plodin ve světě je otázka koexistence GM plodin a konvenčního či ekologického zemědělství předmětem výzkumu v zemích, kde se GM plodiny pěstují ve velkém, ale také v EU (Court of Appeal for Saskatchewan, 2007; Čeřovská, 2005; GeneWatch UK and Greenpeace, 2014). Pojem koexistence je nutné chápat ve dvou úrovních. V širším významu jako souběžnou existenci dvou a více pěstitelských technologií (pěstování GM plodin, konvenčních pěstování plodin bez GM, ekologické pěstování). Za druhé lze pod pojmem také rozumět možnost zemědělce vybrat si, kterou pěstitelskou technologii bude využívat. Je kladen důraz na udržitelnost všech současných pěstitelských systémů (Čeřovská, 2005).

Jelikož jsou GMO předmětem celosvětového obchodu, může docházet ke kontaminaci konvenčního a ekologického zemědělství. Kontaminace z GM plodin může být způsobena

nezáměrným přenosem pylu nebo semen, vzcházením výdrolu, smícháním osiva se zbytky v kombajnech či secích strojích. Ke kontaminaci může docházet také během skladování nebo transportu (Bioinstitut, 2008). Problém koexistence pěstování GM plodin a dalších pěstitelských systémů se může objevit například:

- pokud jsou pěstovány GM a non-GM plodiny paralelně nebo po sobě jdoucích letech na jednom hospodářství,
- pokud jsou pěstovány GM a non-GM plodiny v témže roce na hospodářstvích spolu sousedících,
- ale i pokud GM a non-GM plodiny jsou pěstovány v téže oblasti na různých hospodářstvích, která dělí určitá vzdálenost (Šarapatka a Urban, 2006).

V EU vydala v roce 2003 Evropská komise doporučení 2003/556/EC, které se týká pokynů pro rozvoj národních strategií a postupů k zajištění koexistence geneticky modifikovaných plodin s konvenčním a ekologickým zemědělstvím. V tomto roce se totiž předpokládal brzký nárůst pěstování a dovozu GM plodin v EU, jelikož zde byl velký tlak ze strany zemí vyvážejících geneticky modifikované produkty. WTO konstatovala, že EU porušila obchodní pravidla, když v roce 1999 přijala faktické moratorium na schvalování nových GMO. To trvalo do srpna roku 2003 (European Commission, 2006). Podle doporučení si jednotlivé členské státy měly vypracovat konkrétní pravidla koexistence, která ovšem neposuzují rizikovost pěstování GM plodin, ale zaměřují se na potenciální hospodářské dopady příměsí GM plodin v nemodifikovaných plodinách (European Commission, 2003).

Mezi základní opatření, která by měla směřovat k úspěšné koexistenci, patří dodržování izolačních vzdáleností, evidence ploch osetých GM plodinami, zavedení pylových pastí, plánování různé doby kvetení, sdílení secích strojů pouze se zemědělci, kteří používají stejný pěstitelský systém, zamezení úniku semen při transporth, zamezení výdrolu atd. (European Commission, 2003).

V ČR byla všeobecná pravidla koexistence uvedena v zákoně č. 252/1997 Sb., o zemědělství, který byl naposledy novelizován zákonem č. 179/2014 Sb. Specifická pravidla pro pěstování GM plodin byla vypracována ve vyhlášce č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy, která byla změna vyhláškou č. 58/2010 Sb. (eAgri, 2010).

Jelikož se ovšem GM plodiny v EU pěstují pouze na malých plochách, není zde koexistence takový problém. Problém u kontaminace GM řepkou tkví v dováženém osivu.

V Evropě bylo veřejně zdokumentováno několik případů dovezeného kontaminovaného osiva řepky s příměsí GM. Ve třech případech bylo dovezené kontaminované osivo nalezeno ve Francii, dále byla objevena kontaminace v Německu, Švédsku a Velké Británii. Jednalo se o příměsí v rozmezí 0,5 – 1 % (GeneWatch UK and Greenpeace, 2014).

Koexistenci GM řepky s ostatními zemědělskými systémy mají větší problémy v Kanadě, USA a Austrálii, kde se GM řepka pěstuje na velkých plochách (GeneWatch UK and Greenpeace, 2014).

V Austrálii je povoleno pěstovat GM řepku od roku 2003, ale komerčně začala být pěstována až v roce 2008. Nejdříve pouze na malých plochách (9 600 ha) ve státě Viktorie a Nový Jižní Wales. Následně se rozšířila do dalších států a její výměra rychle vzrostla na 0,2 mil. ha (Agricultural Biotechnology Council of Australia, 2012). Do roku 2008 bylo v Austrálii zdokumentováno několik případů kontaminace GM řepkou. Předpokládá se, že zdrojem kontaminace mohlo být osivo dovezené ze Severní Ameriky (GeneWatch UK and Greenpeace, 2014). 24. prosince 2010 potvrdily oficiální výsledky kontaminaci pole ekologického zemědělce GM řepkou ze sousedního hospodářství vzdáleného 1 km. Semena na ekologický pozemek přinesl vítr. Ekologický zemědělec tak ztratil ekologické osvědčení a podal na sousedního farmáře žalobu pro nedbalost, která byla první svého druhu na světě. U soudu však neuspěl (Supreme Court Of Western Australia, 2014). Další případ kontaminace non-GM pole GM řepkou v Austrálii byl hned o pár měsíců později. Březnu roku 2010 způsobily záplavy ve státě Victoria vyplavení GM řepky na sousední pole (Poole, 2011).

Koexistence se zdá být největším problémem v Kanadě, kde mnozí ekologičtí zemědělci oznámili, že není možné kvůli kontaminaci GM řepky pěstovat řepku v ekologickém zemědělství (GeneWatch UK and Greenpeace, 2014). Ekologičtí zemědělci zde dokonce podali hromadnou žalobu na firmu Monsanto a Bayer CropScience za údajné škody způsobené na jejich řepce a stěžují si, že kvůli rozšíření GM řepky není již možné pěstovat řepku ekologicky (Court of Appeal for Saskatchewan, 2007).

5.2 Vliv na zdraví konzumentů

Jelikož se GM řepka využívá pro krmivářské i potravinářské účely, je nutné hodnotit její vliv na zdraví jak hospodářských zvířat, tak člověka. Můžeme hodnotit přímé účinky GM řepky a jejich produktů, ale také nepřímé, mezi které můžeme například zařadit rezidua pesticidů. GM

řepka může mít negativní vliv na zdraví z hlediska možné schopnosti vyvolat alergii nebo z hlediska možného přenosů genů mezi plodinou nebo jejím produktem a mikroflórou trávicího traktu zvířat nebo člověka (Kocourek a kol., 2005). Avšak GM krmiva a potraviny musí být pro konzumenta stejně bezpečná a nutričně hodnotná jako konvenční potravina (Komprda, 2009).

5.2.1 Přenos genů v trávicím traktu

Úspěšný přenos genů na mikroflóru trávicího traktu je krajně nepravděpodobný (Komprda, 2009). Přesto nelze přenos genů z geneticky modifikované řepky na bakterie žijící v trávicím traktu zvířat, které jsou krmeny produkty GM řepky, s jistotou vyloučit. Přes svou nepravděpodobnost se může tato problematika zdát důležitá z hlediska přenosu genů pro rezistenci k antibiotikům. Riziko vzniku choroboplodných bakterií rezistentních k antibiotikům z této příčiny je obávané, avšak stále velmi malé (Petr, 2006).

5.2.2 Alergie

Alergie je nepřiměřená reakce imunitního systému na látky, které se běžně vyskytují v prostředí. Reakce na alergen (= látka, která vyvolala alergickou reakci) mohou projevovat jako rýma, zarudnutí a slzení očí, kožní změny – ekzém, svědění..., nebo také i jako anafylaktický šok, který může vést až ke smrti. (Ferenčík a kol., 2005).

Nejčastější složka vyvolávající alergii je protein. Vzhledem k tomu, že během genetické modifikace jsou zavedeny do organismu nepůvodní geny, díky nimž organismy mohou syntetizovat jim jinak nevlastní proteiny, vyvstává otázka bezpečnosti z hlediska alergenicity GM plodin (Hefle and Taylor, 2001).

Řepka olejná se řadí mezi mírné alergeny, také z důvodu, že její pylová zrna jsou poměrně těžká a na povrchu jsou lepkavá. Slepá pylová zrna mají sníženou schopnost udržet se ve vzduchu a transportovat se na větší vzdálenosti. Nicméně v řepce olejné bylo identifikováno více alergenů nacházejících se jak v semeni, tak v pylových zrnech, mezi nejvýznamnější patří alergeny označené jako Bra n 1 a Bra n 2 (Puumalainen et al., 2006).

Není vědecky prokázáno, že by GM řepka měla větší alergenicitu než řepka konvenční. Nebyly zaznamenány alergické reakce specifické pro GM řepku (Bawa and Anilakumar, 2013).

5.3 Socio-ekonomická stránka

Beze sporu je v současné době pěstování řepky ekonomicky výhodné (Baranyak, 2013). Avšak v názoru, zda je ekonomicky výhodnější pěstovat GM řepku oproti konvenční, se již autoři rozcházejí (Gusta et al., 2011; Hudson and Richards, 2014). V Kanadě byl v roce 2007 průzkum zkušeností pěstitelů GM řepky, kde pěstitelé uvádí, že po zavedení GM technologie řepky jejich roční příjmy vzrostly. Za příčiny je uvedeno snížení vstupních nákladů, které lze přičíst lepší kontrole plevelů (Gusta et al., 2011).

Podobný výzkum byl proveden v letech 2008 – 2010 v Austrálii kde bylo dotazováno přes 1300 pěstitelů. Ti (na rozdíl od Kanadských farmářů) uvádějí, že při pěstování GM řepky jsou vstupní náklady asi dvakrát vyšší než při konvenčním pěstování. Za příčinu jsou považovány vyšší náklady na osivo a zvýšené využívání více aplikací herbicidu pro ničení postemergentních plevelů. V roce 2010 souhlasilo s tvrzením, že pěstitelská technologie GM řepky je z finančního hlediska zajímavá, necelá polovina pěstitelů GM řepky (41 %) a pouze 20 % pěstitelů konvenční řepky (Hudson and Richards, 2014).

Jedním z velmi diskutovaných socio-ekonomický problémů je fakt, že patenty pro GMO technologie jsou koncentrovány do několika málo nadnárodních společností (Kocourek a kol., 2008). V tomto pěstitelském systému je nutné osivo od těchto firem pokaždé zakoupit, není možné pro setí využít vlastní osivo z předešlé úrody, což znamená zvýšení vstupních nákladů a závislost na těchto firmách. Pěstitel je nucen zakoupit také postřiky, které pochází od téže společnosti (Stratilová, 2013). Tímto se stávají pěstitelé na GMO koncernech závislí, což rozhodně nepodporuje potravinovou soběstačnost (Kocourek a kol., 2008).

Pro socio-ekonomickou stránku je dále důležité mínění veřejnosti ohledně GMO a jejich produktů, který se v jednotlivých státech liší. Odlišný je postoj v USA, kde 66 % obyvatel souhlasí s výrokem, že přínosy GM plodin jsou větší než rizika, které mohou přinášet, a EU, kde s výrokem souhlasí 38 %. V Kanadě odpovědělo pozitivně 55 % a v Austrálii 44 %. Což potvrzuje, že EU je v tomto pohledu skeptičtější a opatrnější (Bonny, 2008). Tyto názory se také odrážejí na evropských trzích, kde zejména v síti obchodních řetězců je prodej produktů z GMO rizikový (Kocourek a kol., 2005). Postoje občanů jsou současně ovlivňovány několika faktory, jako jsou politické, ekonomické, zemědělské, kulturní. Velkým faktorem jsou v dnešní společnosti i média a nevládní ekologické organizace (Bonny, 2008).

5.4 SWOT analýza

SWOT ANALÝZA	
SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> • Nižší spotřeba pesticidů • Zjednodušená pěstební technologie • Nutriční hodnota • Úspora fosilních paliv a snížení emisí CO₂ • Vyšší výnosy • Zajištěný odbyt • Ekonomická efektivnost 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaminace produktů konvenčního a ekologického zemědělství • Menší biologická rozmanitost v porostu GM řepky oproti řepce v konvenčním pěstování • Negativní vliv herbicidů používaných v GM řepce na životní prostředí • Nutnost GM osivo pokaždé zakoupit • Vznik „superlevelů“ a obtížnost jejich likvidace • Výskyt GM řepky jako „superlevele“ • Vyšší spotřeba pesticidů spojená se vznikem „superlevelů“
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> • Pozitivnější postoj vůči GM řepce v EU a dalších státech • Udělení povolení pro pěstování v EU a dalších státech • Podpora alternativních zdrojů energie (biopaliva) 	<ul style="list-style-type: none"> • Konec podpory biopaliv • Odpor veřejnosti • Zavedení povinného označování GMO v USA a Kanadě

6 Diskuze

Problematika geneticky modifikovaných organismů je ve světě i v EU stále velmi diskutabilní a kontroverzní téma pro odbornou veřejnost. Společnost je ohledně GMO rozdělena na dva protichůdné tábory. Podle Jamese (2013) GM plodiny přispívají k trvalé udržitelnosti z důvodu ekonomické výhodnosti, zvýšení výnosnosti a dostupnosti cenově výhodných potravin. Dále též autor uvádí, že GM plodiny přispívají a zachovávají biologickou rozmanitost a jsou šetrné k životnímu prostředí. Avšak otázka vlivu GM řepky na životní prostředí je úzce spojena také s jejím pěstitelským systémem (Hartman, 2012; Bečka, 2007).

V posledních dekádě se objevil v zemích s GM řepkou trend zkrácení intervalu rotace plodin a nejpoblábnější je pěstování GM řepky každý druhý rok (Hartman, 2012). Což neodpovídá doporučení pěstovat řepku na stejném poli nejdříve po 3 – 4 letech, díky němuž je možno udržet plevele a škůdce na nižší úrovni výskytu a dosáhnout tak vyšších výnosů (Canola Council of Canada, 2013).

Zemědělci tak činí pro kutečnost, že čistý zisk z řepky je pro ně stále ve srovnání s jinými plodinami finančně výhodnější i přesto, že řepka má v zúženém osevním sledu nižší výnosy, než by měla při pěstování po 3 – 4 letech. (Hartman, 2012). Tím dochází k pěstování GM řepky na velkých plochách ve státech, jako je Kanada a USA, a často dochází k používání stejných typů herbicidů (glyfosát, glufosinát) v nepřetržitých monokulturách nebo i v systému střídání plodin (Grumet et al., 2011). Nejčastěji je GM řepka pěstována v systému Roundup Ready, ta je ošetřována herbicidem na bázi glyfosátu (Roundup) (Nandula, 2010).

Podle firmy Monsanto (2014), která drží na Roundup Ready řepku a herbicid Roundup patent, je herbicid Roundup šetrný k životnímu prostředí a jeho vysoká účinnost umožňuje zemědělcům šetřit palivo díky snížení počtu přejezdů po pozemku. Také podle Williamse et al. (2000) je herbicid Roundup za předpokladu správné aplikace neškodný k životnímu prostředí. Ovšem Grisolia (2002) a Giesy et al. (2000) jsou toho názoru, že tento herbicid může představovat riziko pro vodní ekosystémy. Podle některých autorů je používání herbicidu Roundup ve velké míře dokonce spojeno s řadou zdravotních problémů nemocí lidí, včetně neplodnosti, rakoviny a Alzheimerovy choroby (Gillam, 2013; Samsel, 2013).

V posledních letech se diskutují dopady vedlejších složek tohoto herbicidu: surfaktant polyoxy-ethylenamin (POEA) a hlavní produkt rozkladu kyselina aminomethylfosfonová (AMPA), u kterých se zatím podceňovalo jejich možné nebezpečí (Mesnage et al., 2014).

Podle studií se zdá, POEA je toxická zejména pro vodní živočichy (Giesy et al., 2000; Moore, 2012; Navarro and Martinez, 2014). Dokonce se ukázalo, že její toxicita je závažnější než u samotného glyfosátu a ve směsi s glyfosátem umocňuje jeho škodlivé účinky (Banachour and Séralini, 2009).

Podobně diskutované jsou i herbicidy od firmy Bayer na bázi glufosinátu. Přestože společnost Bayer CropScience (2014) uvádí, že tyto herbicidy jsou bezpečné pro spotřebitele i životní prostředí, výsledky studií Schulte-Hermann et al. (2006) se zdají naznačovat, že u žen mohou způsobovat reprodukční toxicitu. Za tento efekt nenesí pravděpodobně odpovědnost pouze glufosinát amonný, ale i sekundární komponenty herbicidů (Fabian et al., 2011).

Dalším důsledkem současného systému pěstování GM řepky a selekčního tlaku je vznik rezistentních plevelů k nejčastěji používaným herbicidům na bázi glyfosátu a glufosinátu (Grumet et al., 2011; Powles, 2008). Podle Heapa (2014) je boj s rezistentními druhy plevelů kritický a již dnes zapříčinily významné ekonomické škody. Odolnost vůči glyfosátu byla zaznamenána u 31 plevelných druhů v 235 jedinečných případech (Heap, 2015).

O možnosti vzniku „superplevelů“ se hovoří i na základě náhodného křížení s GM řepkou (Legere, 2005; Warwick et al., 2003). Podle Warwicka (2007) ale neexistují přesvědčivé údaje, které by naznačovaly, že přítomnost transgenů pro odolnost k herbicidům v plevelných druzích je neodmyslitelně riskantní.

Monsanto (2012) uvádí, že GM plodiny udržují a podporují biodiverzitu. Stejný názor zastává i James (2013) a Carpenter (2011). Avšak podle několikaletého britského výzkumu s GM a non-GM porostů jarní řepky, řepy a kukuřice je porost GM řepky na faunu a flóru nejchudší. Naproti tomu je ale porost GM kukuřice na oproti konvenčnímu pěstování kukuřice opravdu na výskyt a počet druhů bohatší (Firbank et al., 2003; Brooks et al., 2007). Autoři se také shodují, že za vliv na snížení biodiverzity nemůže pouze genetická modifikace řepky, ale důležitým faktorem je agrotechnický systém a způsob potlačení plevelů s ní spojený (Brooks et al., 2007; Firbank et al., 2003; Champion et al., 2003).

Dalším problémem při pěstování GM řepky se zdá být koexistence s konvenčním a zejména ekologickým zemědělstvím (GeneWatch UK and Greenpeace, 2014; Poole, 2011). Přičemž problematika vyeskalovala v Kanadě hromadnou žalobou na společnosti Monsanto a Bayer CropScience od ekologických zemědělců, kteří si stěžují, že již není možné kvůli kontaminaci pěstovat řepku v Kanadě ekologicky (Court of Appeal for Saskatchewan, 2007).

Co se týče otázky vlivu GM řepky na zdraví konzumentů, autoři se shodují, že GM řepka nepředstavuje riziko pro člověka, ani hospodářská zvířata (Bawa and Anilakumar, 2013; Komprda, 2009; Petr, 2006). Genetickou modifikací lze naopak zlepšit nutriční hodnotu této plodiny (ISAAA, 2015).

Stratilová (2013) uvádí, že GM plodiny působí na životní prostředí pozitivně díky úspoře fosilních paliv, snížení emisí CO₂ a snížení používaných pesticidů. Podle Jamese (2013) tyto plodiny zamezily v roce vzniku 26,7 mld. kg CO₂, což pro představu odpovídá zhruba emisím 11,8 mil. aut na silnicích.

Spotřeba pesticidů se od začátku komerčního pěstování GM plodin v roce 1996 do roku 2012 snížila (Stratilová, 2013). Úspora byla odhadnuta na 497 mil. kilogramů účinných látek, což odpovídá 8,7 %. Benbrook (2004) však uvádí, že k úspoře pesticidů docházelo pouze v prvních letech pěstování a v další studii konstatuje, že GM plodiny potřebují mnohem více herbicidů než konveční. Vysvětluje to tím, že plodiny tolerantní vůči herbicidům plnily dobře svoji funkci pouze v prvních letech používání, posléze však nadměrné používání vedlo ke vzniku plevelů odolných k herbicidu a to donutilo zemědělce zvyšovat množství aplikované látky (převážně glyfosátu) a provádět postřiky častěji. HT plodiny způsobily podle autora nárůst používání herbicidu za 16 let svého pěstování (1996 – 2011) o 239 mil. kg, než by pravděpodobně bylo za pěstování nerezistentních plodin (Benbrook, 2012).

Dalším velmi diskutovaným tématem je fakt, že patenty pro GMO technologie jsou koncentrovány do několika málo nadnárodních společností (Kocourek a kol., 2008). Pěstitel je v systému pěstování GM řepky nucen pokaždé před setím GM osivo zakoupit stejně, jako je nucen od stejných společností zakoupit postřiky (Stratilová, 2013). Podle Kocourka a kol. (2008) se tímto pěstitelé stávají na těchto nadnárodních společnostech závislí, což nepodporuje potravinovou soběstačnost. Tato skutečnost vznikajících monopolů povede i podle Varzakase (2007) k posilování role industrializovaného zemědělství a stupňuje neudržitelnost hospodaření.

Přestože každý nový typ GM řepky je podroben schvalovacímu procesu, který prověřuje především vliv na životní prostředí a možné účinky na zdraví člověka (Stratilová, 2013), je GM řepka na trhu teprve dvacátým rokem, což někteří autoři považují za krátký čas na zhodnocení možných dopadů na agroekosystém (Knispel et al., 2008; Navarro and Martinez, 2014; Warwick et al., 2007).

Podle Cartagenského protokolu o biologické bezpečnosti by měl být dodržován princip předběžné opatrnosti při nakládání s GMO, které mohou mít negativní vliv na biologickou rozmanitost nebo zdraví člověka (Cartagena Protokol on Biosafety, 2000).

Naproti tomu je zde tlak Světové obchodní organizace, která reguluje trh se záměrem zamezit jakémukoliv omezení volného obchodu, pokud neexistují spolehlivé vědecké důkazy, že obchod je škodlivý pro lidi, zvířata či životní prostředí (WTO, 2014). Je zřejmé, že tyto dva systémy jsou v konfliktu a vyvstává problém pro státy, které jsou členy – signatáři v rámci obou mezinárodních úmluv, jako je třeba EU (Cors, 2000). Přičemž Kanada, USA a Austrálie, největší pěstitelé GM řepky a členi WTO, Cartagenský protokol doposud neratifikovaly (Biosafety Clearing-House, 2015).

7 Závěr a doporučení

Z výsledků šetření vyplynulo, že pěstování GM řepky přináší pěstitelům ekonomické výhody především díky vyšším výnosům a za podmínky předem zajištěného odbytu. Díky tomu GM řepka velkou měrou pozitivně ovlivňuje ekonomiku Kanady a USA, pro niž je velkým přínosem.

Dle svých zastánců, má GM řepka pozitivní vliv na půdu (stejně jako její konvenční varianta), protože jako zlepšující plodina s fyto-sanitárními účinky omezuje negativní biologický vliv vysokého zastoupení obilovin v osevním postupu.

Dále bývají na podporu GM řepky jako pozitivní faktory uváděny argumenty o snižování spotřeby fosilních paliv a emisí CO₂, stejně jako tvrzení, že nepředstavuje riziko pro zdraví konzumentů.

GM řepka sama o sobě představuje riziko především z hlediska přenosu transgenů do prostředí. Mnohem rizikovější se však jeví samotný systém jejího pěstování: (i) na velkých plochách, (ii) v úzkém osevním sledu (trend pěstovat řepku každé 2 roky) a (iii) používání stejných herbicidů na jedné parcele v průběhu několika let.

Negativní dopady na životní prostředí mají herbicidy využívané v HT řepce. Ačkoliv sám glyfosát (účinná látka herbicidu Roundup) není toxický, další složky tohoto přípravku toxické jsou, podobně jako herbicidy na bázi glufosinátu (Liberty, Basta) používané v HT řepce, které jsou prokazatelně nebezpečné, zejména z hlediska reprodukční toxicity. Oba typy herbicidů jsou navíc škodlivé zejména pro vodní a obojživelné organismy.

Další rizika spočívají v možnosti vzniku „superlevelů“, buď na základě selekčního tlaku při užívání stejných herbicidů na jedné parcele v průběhu několika let, případně náhodným křížením geneticky modifikovaných plodin s volně rostoucími rostlinami. Takovým „superplevelem“ se stává i sama GM řepka, jejíž semena uniknou během sklizně nebo přepravy.

Nejen, že v porostech GM řepky byla prokázána nižší biodiverzita než u konvenčně pěstovaných řepky, ale problematickou se jeví i koexistence tohoto způsobu pěstování s ostatními pěstitelskými systémy. Prakticky nemožná je koexistence s ekologicky pěstovanou řepkou v Kanadě, kde podle ekologických zemědělců již není možné kvůli kontaminaci pěstovat řepku v ekologickém zemědělství.

Velmi rizikovou je i skutečnost, že vznikající monopoly na GM technologie a nutnost pokaždé si osivo zakoupit, vede k prohloubení závislosti pěstitelů na těchto firmách, což je

v přímém rozporu s udržitelností produkčních systémů a požadavky potravinové soběstačnosti.

Na základě výše řečeného lze shrnout doporučení vyplývající z výsledků studie do těchto bodů:

- Nestavět ekonomický prospěch před ekologický.
- Navrátit se k pěstitelské praxi a pěstovat řepku v 3 – 4 letých intervalech. Čímž je možno zmírnit selekční tlak na plevele a udržet plevele i škůdce na nižší úrovni výskytu.
- K boji proti plevelům využívat nástroje integrované ochrany rostlin. Především intenzivní kontrolu a identifikaci „superlevelů“.
- Na pozemku střídat odrůdy řepky patřících do jiných HT systémů, aby se snížilo riziko výskytu „superlevelů“.
- Do zemí, kde je zákaz pěstovat GM řepku, ale je povolena pro dovoz, zvážit možnost dovážet jen tak upravené produkty, které nedají možnost vyklíčit nežádoucím uniklým populacím GM řepky.

8 Seznam použité literatury

- ABROL, D. P. 2011. Pollination Biology: Biodiversity Conservation and Agricultural Production. Springer Science & Business Media. p. 821. ISBN: 9400719426.
- ACOSTA, L. Restrictions on Genetically Modified Organisms: United States [online]. Library of Congress. březen 2014 [cit. 2015-1-25]. Dostupné z <http://www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/usa.php#_ftn2>.
- AGROFERT. Řepka po letech ustoupila z polí [online]. 22. duben 2014 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z <<http://www.agrofert.cz/?3246/%D8epka-po-letech-ustoupila-z-poli>>.
- AGRUCULTURAL BIOTECHNOLOGY COUNCIL OF AUSTRALIA. 2012. Genetically Modified Canola: a resource guide. Melbourne. p. 9. Dostupné také z: <http://www.abca.com.au/wp-content/uploads/2012/09/ABCA_Resource_Guide_1_v2.pdf>.
- AHMAD, T. Restrictions on Genetically Modified Organisms: Canada [online]. Library of Congress. 11. březen 2014 [cit. 2015-1-25]. Dostupné z <http://www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/canada.php#_ftn9>.
- BARANYK, P. 2010. Olejniny. Profi Press. Praha. s. 206. ISBN: 9788086726380.
- BARANYK, P. 2013. Pěstování a zpracování řepky olejné. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin. s. 5.
- BARANYK, P., FÁBRY, A. (eds.). 2007. Řepka. Profi Press. Praha. s. 208. ISBN: 9788086726267.
- BAWA, A. S., ANILAKUMAR, K. R. 2013. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns-a review. Journal of Food Science and Technology. 6 (50). 1035 – 1046.
- BAYER CROPSCIENCE. 2012. Bezpečnostní list podle Nařízení č. 1907/2006: Basta 15. Dostupné také z <<http://mercata.cz/pdf/BL2012/Basta%2015.pdf>>.
- BAYER CROPSCIENCE. Facts about glufosinate ammonium [online]. 2014 [cit. 2015-2-8]. Dostupné z <<http://www.glufosinate-ammonium.com/>>.

- BAYER. A journey through the history of Bayer [online]. 17. září 2014 [cit. 2015-1-21]. Dostupné z <<http://www.bayer.com/en/history.aspx>>.
- BEČKA, D. (ed.). 2007. Řepka ozimá: Pěstitelský rádce. Kurent. Praha. s. 56. ISBN: 9788087111055.
- BENACHOUR, N., SÉRALINI, G. E. 2009. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. *Chemical Research in Toxicology*. 22 (1). 97 – 105.
- BENBROOK, CH. 2004. Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States: The First Nine Years. *Bio Tech InfoNet*. p. 53.
- BENBROOK, CH. M. 2012. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe*. 24 (24). 1 – 13.
- BERNAT, M. Zemědělský gigant Monsanto reportoval výsledky za rok 2014, zklamal výhledem na příští rok [online]. Fio banka. 8. listopad 2014 [2015-1-20]. Dostupné z <<http://www.fio.cz/zpravodajstvi/zpravy-z-burzy/153429-zemedelsky-gigant-monsanto-reportoval-vysledky-za-rok-2014-zklamal-vyhledem-na-pristi-rok>>.
- BIOINSTITUT. 2008. Ekologické zemědělství a GMO: Otázky koexistence. s. 37. ISBN: 9788090417465.
- BIOSAFETY CLEARING-HOUSE. Cartagena Protocol on Biosafety: Ratification List [online]. 25. ledna 2015 [cit. 2015-1-26]. Dostupné z <<http://www.cbd.int/doc/lists/cpb-ratifications.pdf>>.
- BIOSAFETY CLEARING-HOUSE. LMOs, Genes or Organisms [online]. 2014 [cit. 2015-4-7]. Dostupné z <<http://bch.cbd.int/database/organisms/>>.
- BONNY, S. 2008. How have opinions about GMOs changed over time? The situation in
- BRADSHAW, L. D., PADGETTE, S. R., KIMBALL, S. L., WELLS, B. H. 1997. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technology*. 1 (11). 189 – 198.
- BROOKS, D. R., FIRBANK, L. G., BOHAN, D.A., CHAMPION, G. T., CLARK, S. J., DEWAR, A. M., HAUGHTON, A. J., HAWES, C., HEARD, M. S., MAY, M. J., OSBORNE, J. L., PERRY, J. N., RORHERY, P., ROY, D. B., SCOTT, R. J., SQUIRE, G. R., WOIWOD, I. P. 2007. The implications of genetically modified herbicide-tolerant crops for UK farmland biodiversity: a summary of the results of

- the Farm Scale Evaluations project. In: Proceedings of the Open Seminar; Cultivation of Genetically Modified Crops and Evaluation of Ecological Effects, Tokyo listopad 2007. National Institute for Agri-Environmental Sciences. 29 – 52.
- BROWN, J., DAVIS, J. B., LAUVER, M., WYSOCKI, D. 2008. Canola Grower's Manual. U.S. Canola Association. p. 71. Dostupné také z <http://www.uscanola.com/site/files/956/102387/363729/502632/Canola_Grower_Manual_FINAL_reduce.pdf>.
- BUHLER, D. D., HARTZLER, R. G., FORCELLA, F. 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. *Weed Science*. 3 (45). 329 – 336.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Board of Directors [online]. 2015 [cit. 2015-2-18]. Dostupné z <<http://www.canolacouncil.org/what-we-do/board-of-directors/>>.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Crop Rotation [online]. 23. září 2013 [cit. 2015-2-19]. Dostupné z <<http://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/field-characteristics/crop-rotation/>>.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Estimated acreage and percentage [online]. 2010 [cit. 2015-2-16]. Dostupné z <<http://www.canolacouncil.org/markets-stats/statistics/estimated-acreage-and-percentage/>>.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Industry Overview [online]. 2014a [cit. 2015-2-18]. Dostupné z <<http://www.canolacouncil.org/markets-stats/industry-overview/>>.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Public Policy [online]. 2014b [cit. 2015-2-18]. Dostupné z <<http://www.canolacouncil.org/markets-stats/public-policy/>>.
- CARPENTER, J. E. 2011. Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops*. 1 (2). 7 – 23.
- CARTAGENA PROTOKOL ON BIOSAFETY. 2000. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal. s. 30. ISBN: 9280719246.
- CENTER FOR ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT. GM Crop Database [online]. 2015 [cit. 2015-3-2]. Dostupné z <<http://www.cera-gmc.org/GMCropDatabase>>.
- CENTER OF FOOD SAFETY. International Labeling Laws [online]. červen 2014 [cit. 2015-1-19]. Dostupné z <<http://www.centerforfoodsafety.org/issues/976/ge-food-labeling/international-labeling-laws>>.

- CONSERVATION COUNCIL OF WESTERN AUSTRALIA. 2012. A Survey of Roadside Fugitive GM (Roundup Ready) Canola Plants at Williams, Western Australia. Dostupné také z <http://ccwa.org.au/sites/default/files/GM%20Canola%20Esperance%20_0.pdf>.
- CORS, T. A. 2000. Biosafety and international trade: conflict or convergence?. *International Journal of Biotechnology*. 2 (1-3). 27 – 43.
- COURT OF APPEAL FOR SASKATCHEWAN. 2007. Hoffman v. Monsanto Canada Inc., 2007 SKCA 47 (CanLII). Dostupné také z <<http://www.canlii.org/en/sk/skca/doc/2007/2007skca47/2007skca47.html>>.
- CRESSWELL, J. E. 1999. The influence of nectar and pollen availability on pollen transfer by individual flowers of oil-seed rape (*Brassica napus*) when pollinated by bumblebees (*Bombus lapidarius*). *Journal of Ecology*. 4 (87). 670 – 677.
- CURHA, M., TRAAVIK, T., BOHN, T. 2013. Clone- and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology*. 2 (22). 251 – 262.
- CUSTERS, R. (ed.). 2006. Průvodce biotechnologiemi: biotechnologie v zemědělství a potravinářství. Academia. Praha. s. 104. ISBN: 8020013504.
- ČEŘOVSKÁ, M. 2005. Pravidla koexistence v rostlinné produkci. In: Sborník přednášek ze semináře: Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR. Ministerstvo zemědělství ČR. 54 – 63. ISBN: 8070844086.
- ČESKO. Zákon č. 350 ze dne 27. října 2011 ochemických látkách a chemických směsích. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2011. Dostupné také z <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>>.
- ČESKO. Zákon č. 78 ze dne 22. ledna 2004 o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2004. Dostupné také z <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-78>>.
- ČTK. GM brambory se na česká pole nevrátí, BASF s nimi míří do Ameriky [online]. *Ekolist*. 7. března 2012 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/gm-brambory-se-na-ceska-pole-nevrati-basf-s-nimi-miri-do-ameriky>>.

- DOUBKOVÁ, Z. 7. duben 2015. osobní sdělení.
- DOUBKOVÁ, Z. GM plodiny povolené pro dovoz do EU [online]. OSEL. 31. října 2012 [cit. 2014-11-16]. Dostupné z <<http://www.osel.cz/index.php?clanek=6547>>.
- DUJČÁKOVÁ, H. Válka o semena a o holý život [online]. E-republika. 2. březen 2013 [cit. 2015-1-21]. Dostupné z <<http://e-republika.cz/article1521-Valka-o-semena-a-o-holy-ivot>>.
- EAGRI. Pravidla pro pěstitele geneticky modifikovaných plodin v ČR [online]. 11. leden 2010 [cit. 2015-3-6]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/pravidla-pro-pestitele-geneticky.html>>.
- EAGRI. Vývoj ploch a počtu pěstitelů GM kukuřice v ČR [online]. 13. prosinec 2013 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/278401/Vyvoj_ploch_a_poctu_pestitelu_GM_kuku_rice_v_CR.pdf>.
- EUROPEAN COMMISSION. 2003. Commission Recommendation of 23 July 2003 on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming (notified under document number C(2003) 2624). Dostupné také z <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0556:EN:HTML>>.
- EUROPEAN COMMISSION. Pesticides: Experts endorse new EU list of candidates for substitution [online]. 27. leden 2015 [cit. 2015-2-9]. Dostupné z <http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-3743_en.htm>.
- EUROPEAN COMMISSION. WTO panel rules EU 'moratorium' on GMOs was illegal [online]. 8. únor 2006 [cit. 2015-2-27]. Dostupné z <http://cordis.europa.eu/news/rcn/25179_en.html>.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Směrnice 2009/128/ES ze dne 21. října 2009, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů. Dostupné také z <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:CS:PDF>>.

- EUROSKOP. Energie v červnu 2014 [online]. 7. červenec 2014 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z <<https://www.euroskop.cz/13/24377/clanek/energie-v-cervnu-2014>>.
- EVROPSKÁ KOMISE. KOM(2006) 848 Sdělení Komise ze dne 10. ledna 2007: „Pracovní plán pro obnovitelné zdroje energie – Obnovitelné zdroje energie v 21. století: cesta k udržitelnější budoucnosti“. Dostupné také z <http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/com/com_com%282006%290848_/com_com%282006%290848_cs.pdf>.
- EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE. List of candidates for substitution. leden 2015. Dostupné také z <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/docs/draft_list_cfs_en.pdf>.
- FABIAN, D., BYSTRIANSKY, J., BURKUŠ, J., REHÁK, P., LEGÁTH, J., KOPPEL, J. 2011. The effect of herbicide BASTA 15 on the development of mouse preimplantation embryos in vivo and in vitro. *Toxicology in Vitro*. 1 (25). 73 – 79.
- FAO. 2002. Reducing Poverty and Hunger: the Critical Role of Financing for Food, Agriculture and Rural Development. FAO. Řím. p. 29. Dostupné také z <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y6265e/y6265e.pdf>>.
- FAO. 2013. Oilseed. FAO – Trade and Markets Division. p. 15. Dostupné také z <http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Oilcrops/Documents/Food_outlook_oilseeds/NOVEMBER_2013.pdf>.
- FAO. 2014. World hunger falls, but 805 million still chronically undernourished [online]. 16. září 2014 [cit. 2015-1-19]. Dostupné z <<http://www.fao.org/news/story/en/item/243839/icode/>>.
- FERENČÍK, M., MAŤHA, V., ROVENSKÝ, J., SHOENFELD, Y. (eds.). 2005. Imunitní systém. Grada. Praha. s. 236. ISBN: 8024711966.
- FIRBANK, L. G., PERRY, J. N., SQUIRE, G. R., BOHAN, D. A., BROOKS, D. R., CHAMPION, G. T., CLARK, S. J., DANIELS, R. E., DEWAR, A. M., HAUGGTON, A. J., HAWES, C., HEARD, M. S., HILL, M. O., MAY, M. J., OSBORNE, J. L., RORHERY, P., ROY, D. B., SCOTT, R. J., WOIWOD, I. P. 2003. The implications of spring-sown genetically modified herbicide-tolerant

crops for farmland biodiversity: A commentary on the Farm Scale Evaluations of Spring Sown Crops. Defra. London. p. 37. ISBN: 0855210362.

GENEWATCH, GREENPEACE. 2014. GM Contamination Register. Dostupné také z <<http://www.gmcontaminationregister.org/index.php?content=default>>.

GIESY, J. P., DOBSON, S., SOLOMON, K. R. 2000. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 167. 35 – 120.

GILBERT, N. GM crop escapes into the American wild [online]. *Nature*. 6. srpen 2010 [cit. 2015-3-1]. Dostupné z <<http://www.nature.com/news/2010/100806/full/news.2010.393.html>>.

GILLAM, C. Heavy use of herbicide Roundup linked to health dangers-U.S. study [online]. *Reuters*. 25. srpen 2013 [cit. 2015-1-3]. Dostupné z <<http://www.reuters.com/article/2013/04/25/roundup-health-study-idUSL2N0DC22F20130425>>.

GILLAM, C. Vermont becomes first U.S. state to mandate GMO labeling [online]. 8. květen 2014 [cit. 2015-1-25]. Dostupné z <<http://www.reuters.com/article/2014/05/08/usa-gmo-labeling-idUSL2N0NU1R720140508>>.

GMO-COMPAS. Genetically modified plants: Global cultivation on 174 million hectares [online]. 9. duben 2014a [cit. 2014-11-3]. Dostupné z <http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/257.global_gm_planting_2013.html>.

GMO-COMPAS. Global Cultivation Area Rapeseed [online]. 11. červen 2014b [cit. 2014-11-16]. Dostupné z <http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/344.genetically_modified_rapeseed_global_area_under_cultivation.html>.

GREENPEACE. Illegal GE canola found growing in Swiss port area [online]. 31. květen 2012 [cit. 2015-2-27]. Dostupné z: <<http://www.greenpeace.org/international/en/news/Blogs/makingwaves/banned-ge-canola-found-growing-in-swiss-port-/blog/40733/>>.

- GREENPEACE. Palmový olej [online]. 20. březen 2014 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z <<http://www.greenpeace.org/czech/cz/Kampan/Ochrana-pralesu/Palmovy-olej/>>.
- GREENPEACE. Prudký pokles výměry produkčních ploch geneticky modifikované kukuřice [online]. 26. července 2010 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z <<http://www.greenpeace.org/czech/cz/news/pokles-vymery-GM-kukurice/>>.
- GRISOLIA, C. K. 2002. A comparison between mouse and fish micronucleus test using cyclophosphamide, mitomycin C and various pesticides. *Mutation Research*. 2 (518). 145 – 150.
- GRUMET, R., HANCOCK, J. F., MAREDIA, K. M., WEEBADDE, CH. (eds.). 2011. *Environmental Safety of Genetically Engineered Crops*. Michigan State University. Michigan. p. 234. ISBN: 978611860085.
- GUSTA, M., SMYTH, S. J., BELCHER, K., PHILLIPS, P. W. B., CASTLE, D. 2011. Economic benefits of genetically-modified herbicide-tolerant canola for producers. *AgBioForum*. 14 (1). 1 – 13.
- HALL, L., TOPINKA, K., HUFFMAN, J., DAVIS, L., GOOD, A. 2000. Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. *Weed Science*. 6 (48). 688 – 694.
- HART, M. R., BROOKES, P. C. 1996. Soil microbial biomass and mineralisation of soil organic matter after 19 years of cumulative field applications of pesticides. *Soil Biology and Biochemistry*. 12 (28). 1641 – 1649.
- HARTMAN, M. 2012. Canola Rotation Performance. In: *FarmTech 2012 Conference Proceedings*. 1-4. Dostupné také z <<http://farmtechconference.com/wp-content/uploads/2013/01/Murray-Hartman-FarmTech2012.pdf>>.
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds [online]. [cit. 2015-1-31]. Dostupné z <<http://www.weedscience.org/summary/home.aspx>>.
- HEAP, I. 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*. 9 (70). 1306 – 1315.
- HEFLE, S. L., TAYLOR, S. L. 2001. Will genetically modified foods be allergenic?. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 5 (107). 765 – 771.

- HERZIG, I., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P. 2007. Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů: Část II – řepka a řepkové produkty. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. s. 112. Dostupné také z <<http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/Repka.pdf>>.
- HOWARD, P. Seed Industry Structure. The Cornucopia Institute [online]. 2014 [cit. 2015-3-17]. Dostupné z <<http://www.cornucopia.org/seed-industry-structure-dr-phil-howard/>>.
- HUANG, Z. Y., HANLEY, A. V., PETT, W. L., LANGENBERGER, M., DUAN, J. J. 2004. Field and semifield evaluation of impacts of transgenic canola pollen on survival and development of worker honey bees. *Journal of Economic Entomology*. 5 (97). 1517 – 1523.
- HUDSON, D., RICHARDS, R. 2014. GM Canola Impact Survey: Information for growers, advisers and industry. Grains Research and Development Corporation. p. 8.
- CHAMPION, G. T., MAY, M. J., BENNETT, S., BROOKS, D. R., CLARK, S. J., DANIELS, R. E., FIRBANK, L. G., HAUGHTON, A. J., HAWES, C., HEARD, M. S., PERRY, J. N., RANDLE, Z., ROSSALL, M. J., ROTHERY, P., SKELLERN, M. P., SCOTT, R. J., SQUIRE, G. R., THOMAS, M. R. 2003. Crop management and agronomic context of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *The Royal Society*. 358 (1439). 1801 – 1818.
- INHABITAT. Netherlands Says "No" to Monsanto, Bans RoundUp Herbicide [online]. 29. září 2014 [cit. 2015-1-3]. Dostupné z <<http://inhabitat.com/the-netherlands-says-no-to-monsanto-bans-roundup-herbicide/>>.
- ISAAA. GM Approval Database [online]. 2015 [cit. 2015-3-2]. Dostupné z <<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>>.
- JAMES, C. 2001. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2000. ISAAA Briefs No. 23. ISAAA. New York. ISBN: 1892456273.
- JAMES, C. 2013. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. ISAAA Briefs No. 46. ISAAA. New York. ISBN: 9781892456559.
- JAYASUMANA, CH., GUNATILAKE, S., SENANAYAKE, P. 2014. Glyphosate, Hard Water and Nephrotoxic Metals: Are They the Culprits Behind the Epidemic of

Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology in Sri Lanka? Environmental Research and Public Health. 11 (2). 2125-2147.

- JURSÍK, M., SOUKUP J. Regulace problematických plevelů v ozimé řepce [online]. Agromanuál. 17. července 2013 [cit. 2014-11-25]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/regulace-problematickych-plevelu-v-ozime-repce.html>>.
- JURSÍK, M., SOUKUP, J. Nové způsoby regulace plevelů v ozimé řepce v ČR [online]. Agromanuál. 5. srpna 2014 [cit. 2014-11-25]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/nove-zpusoby-regulace-plevelu-v-ozime-repce-v-cr.html>>.
- KAZADA, J., ŠKEŘÍK, J. (eds.). 2008. Metodika integrované ochrany řepky. Praha. Svaz pěstitelů azpracovatelů olejnin. s. 78. ISBN: 9788087065082.
- KAZDA, J., HERDA, G., ŠKEŘÍK, J., NERAD, D. 2009. Stanovisko k pesticidům. Řepka, hořčice, mák, slunečnice. Praha. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. s. 66. ISBN: 9788087065112.
- KHACHATOURIANS, G. G., MCHUGHEN, A., SCORZA, R., NIP, W., HUI, Y. H (eds.). 2002. Transgenic Plants and Crops. Marcel Dekker. New York. p. 876. ISBN: 0824705459.
- KNISPEL, A. L., MCLACHLAN, S. M., VAN ACKER, R. C., FRIESEN, L. F. 2008. Gene flow and multiple herbicide resistance in escaped canola populations. Weed Science. 1 (56). 72 – 80.
- KOCOUREK, F., ŘÍHA, K., STARÁ, J. 2005. Hodnocení rizik geneticky modifikovaných rostlin pro životní prostředí. Praha. Výzkumný ústav rostlinné výroby. s. 51. Dostupné také z <<http://www.phytosanitary.org/projekty/2004/vvf-07-04.pdf>>.
- KOMPRDA, T. 2009. GMO a biopotraviny – soupeři nebo kolegové?. Výživa a potraviny. 3 (64). 52 – 54.
- KURZY.CZ. Řepka jarní (Canola) – aktuální a historické ceny [online]. [cit. 2015-2-12]. Dostupné z <<http://www.kurzy.cz/komodity/repka-jarni-canola-graf-vyvoje-ceny/>>.

- LEGERE, A. 2005. Risks and consequences of gene flow from herbicide-resistant crops: canola (*Brassica napus* L) as a case study. *Pest Management Science*. 3 (61). 292 – 300.
- MENSAH, P. K., MULLER, W. J. PALMER, C. G. 2011. Acute toxicity of Roundup (R) herbicide to three life stages of the freshwater shrimp *Caridina nilotica* (Decapoda: Atyidae). *Physics and Chemistry of the Earth*. 14-15 (36). 905 – 909.
- MESNAGE, R., DEFARGE, N., DE VENDÔMOIS, J. S., SÉRALINI, G. E. 2014. Major Pesticides Are More Toxic to Human Cells Than Their Declared Active Principles. *BioMed Research International*. p. 8. Article ID 17969.
- METZ, P. L. J., JACOBSEN, E., NAP, J. P., PEREIRA, A., STIEKEMA, W. J. 1997. The impact on biosafety of the phosphinothricin-tolerance transgene in inter-specific B-rapa x B-napus hybrids and their successive backcrosses. *Theoretical and Applied Genetics*. 3 (95). 442 – 450.
- MCHUGEN, A., SMYTH, S. 2008. US regulatory system for genetically modified [genetically modified organism (GMO), rDNA or transgenic] crop cultivars. *Plant Biotechnology Journal*. 1 (6). 2 – 12.
- MONSANTO. 2012. Sustainability Report. Global Reporting Initiative. p. 153. Dostupné také z <http://www.monsanto.com/sitecollectiondocuments/csr_reports/2012-csr.pdf>.
- MONSANTO. Company History [online]. 2013 [cit. 2015-1-21]. Dostupné z <<http://www.monsanto.com/whoweare/pages/monsanto-history.aspx>>.
- MONSANTO. Glyphosate Safety Health [online]. 18. srpen 2014 [cit. 2015-1-3]. Dostupné z <<http://www.monsanto.com/sitecollectiondocuments/glyphosate-safety-health.pdf>>.
- MONSANTO. Glyphosate: Response to “Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase”. březem 2005b [cit. 2015-1-4]. Dostupné z <http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/bkg_richard_response_2005.pdf>.
- MONSANTO. Summary of Human Risk Assessment and Safety: Evaluation on Glyphosate and Roundup® Herbicide [online]. březem 2005a [cit. 2015-1-4].

Dostupné z <http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/gly_human_risk.pdf>.

- MOORE, L. J., FUENTES, L., RODGERS, J. H., BOWERMAN, W. W., YARROW, G. K., CHAO, W. Y., BRIDGES, W. C. 2012. Relative toxicity of the components of the original formulation of Roundup (R) to five North American anurans. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 12 (78). 128 – 133.
- MORANDIN, L. A., WINSTON, M. L. 2005. Wild Bee Abundance And Seed Production in Conventional, Organic, and Genetically Modified Canola. *Ecological Applications*. 15 (3). 871 – 881.
- MORENO, N. C., SOFIA, S. H., MARTINEZ, C. B. R. 2014. Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb® and its active ingredient glyphosate on the fish *Prochilodus lineatus*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 1 (37). 448 – 454.
- NANDULA, V., K. (ed.). 2010. *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management*. Wiley & Sons. New Jersey. p. 304. ISBN: 9780470634387.
- NAVARRO, C. D. C., MARTINEZ, C. B. R. 2014. Effects of the surfactant polyoxyethylene amine (POEA) on genotoxic, biochemical and physiological parameters of the freshwater teleost *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 13 (165). 83 – 90.
- OLDROYD, B. P. 2007. What's killing American honey bees?. *Plos biology*. 5 (6). 1195 – 1199.
- PAQUET, R. S., PELTIER, A., HUFFORD, M. B., OUDIN, E. SAULNIER, J., PAUL, L., KNUDSEN, J. T., HERREN, H. R., GEPTS, P. 2008. Long-distance pollen flow assessment through evaluation of pollinator foraging range suggests transgene escape distances. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 36 (105). 13456 – 13461.
- PEST MANAGEMENT CENTRE. 2005. *Crop Profile for Canola in Canada*. p. 43. Dostupné také z <http://www.agmrc.org/media/cms/canola_e_16ae4a486bf36.pdf>.

- PETR, J. 2006. GMO v živočišné produkci – Co hrozí zvířatům krmeným krmivem z GMO? In: Sborník přednášek ze semináře Geneticky modifikované organismy. 17 – 20.
- PETR, J. Evropská komise schválila pěstování GM bramboru [online]. OSEL. 7. března 2010 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z <<http://www.osel.cz/index.php?clanek=4918>>.
- POKORNÝ, Z. 1998. Bionafta – ekologické alternativní palivo do vznětových motorů. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR. Praha. s. 43. ISBN: 807105173X.
- POOLE, L. Flooding causes GM contamination [online]. ABC Rural. 16. březen 2011 [cit. 2015-3-1]. Dostupné z <<http://www.abc.net.au/site-archive/rural/wa/content/2011/03/s3165825.htm>>.
- POTHMULLA, L. Glyphosate to be banned in Sri Lanka [online]. DailyMirror. 12. březen 2014 [cit. 2015-1-3]. Dostupné z <<http://www.dailymirror.lk/news/44366-glyphosate-to-be-banned-in-sri-lanka.html>>.
- POWLES, S. B. 2008. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. Pest Management Science. 4 (64). 360 – 365.
- PUUMALAINEN, T. J., POIKONEN, S., KOTOVUORI, A., VAALI, K., KAIKKINEN, N., REUNALA, T., TURJANMAA, K., PALOSUO, T. 2006. Napins, 2S albumins, are major allergens in oilseed rape and turnip rape. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2 (117). 426 – 432.
- RELYEA, R. A. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. Ecological Applications. 2 (15). 618 – 627.
- RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. 2005. Guia de herbicidas. Grafmark. Londrina. ISBN: 9788590532118.
- ROSS, J. Killing Farmers with Killer Seed [online]. CounterPunch. 23. červen 2008 [cit. 2015-1-21]. Dostupné z <<http://www.counterpunch.org/2008/06/23/killing-farmers-with-killer-seed/>>.
- SAMSEL, A., SENEFF, S. 2013. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. Entropy. 4 (15). 1416 – 1463.
- SARICH, CH. Sorry Monsanto: Brazil's Federal Public Prosecutor Demands Ban on All Glyphosate Poisons [online]. NaturalSociety. 10. duben 2014 [cit. 2015-1-3].

Dostupné z <<http://naturalsociety.com/brazils-federal-public-prosecutor-demands-ban-glyphosate-poisons/>>.

SCHEFFLER, J. A., DALE, P. J. 1994. Opportunities for Gene-Transfer from Transgenic Oilseed Rape (*Brassica Napus*) to Related Species. *Transgenic Research*. 5 (3). 263 – 278.

SCHOUTEN H. J., KRENS F. A., JACOBSEN E. 2006. Cisgenic plants are similar to traditionally bred plants: international regulations for genetically modified organisms should be altered to exempt cisgenesis. *EMBO Reports*. 7 (8). 750 – 753.

SCHULTE-HERMANN, R., WOGAN, G. N., BERRY, C., BROWN, N. A., CZEIZEL, A., GIAVINI, E., HOLMES, L. B., KROES, R., NAU, H., NEUBERT, D., OESCH, F., OTT, T., PELKONEN, O., SULLIVAN, F. M. 2006. Analysis of reproductive toxicity and classification of glufosinate-ammonium. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 3 (44). 1 – 76.

SPITZER, T. Podzimní škůdci ozimé řepky [online]. *Úroda*. 25. září 2001 [cit. 2015-2-6]. Dostupné z <<http://uroda.cz/podzimni-skudci-ozime-repky/>>.

STELLMAN, J., M., STELLMAN, S., D., CHRISTIAN, R., WEBER, T., TOMASALLO, C. 2003. The extent and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam. *Nature* 422. 681 – 687.

STRATILOVÁ, Z. 2013. GMO bez obalu. Ministerstvo zemědělství. Praha. s. 32. ISBN: 9788074730451.

SUPREME COURT OF WESTERN AUSTRALIA. 2014. MARSH v BAXTER [2014] WASC 187. Judgment Summary. Dostupné také z <http://www.supremecourt.wa.gov.au/_files/Judgment%20Summary%20-%20Marsh%20v%20Baxter%20%28CIV%201561%20of%202012%29%2028%20May%202014.pdf>.

ŠARAPATKA, B., URBAN, J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk. s. 502. ISBN: 8087080009.

ŠUBRT, M. Význam včely [online]. *Envic*. 5. září 2012 [cit. 2015-4-2]. Dostupné z <<http://www.envic.cz/informacni-materialy/ochrana-prirody/vyznam-vcely.htm>>.

- the European Union and the USA. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 3 (93). 1 – 17.
- TIMMONS, A. M., OBRIEN, E. T., CHARTERS, Y. M., DUBBELS, S. J., WILKINSON, M. J. 1995. Assessing the Risk of Wind Pollination from Fields of Genetically-Modified Brassica napus spp. Oleifera. Euphytica. 1-3 (85). 417 – 423.
- TOMČIAK, B. Úroda repky olejnej bude v EU rekordne vysoká [online]. Finance. 12. srpen 2014 [cit. 2015-2-4]. Dostupné z <<http://www.finance.sk/spravy/finance/144094-uroda-repky-olejnej-bude-v-eu-rekordne-vysoka/>>.
- TRANSGEN. Grüne Gentechnik in der EU: Spanien, Portugal und sonst kaum etwas [online]. 20. říjen 2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z <http://www.transgen.de/anbau/flaechen_international/643.doku.html>.
- TRNKOVÁ, J. (ed.). 2014. Organizace a kontrola pěstování GM plodin v ČR. Ministerstvo zemědělství. Praha. s. 13. Dostupné také z <http://eagri.cz/public/web/file/284906/Organizace_a_kontrola_pestovani_GM_plodin_v_CR_31_12_2013.pdf>.
- TUCKER, J. (ed.). 2011. Case Studies in Agricultural Biosecurity. Federation of American Scientists. Dostupné také z <<http://www.fas.org/biosecurity/education/dualuse-agriculture/2.-agricultural-biotechnology/us-regulation-of-genetically-engineered-crops.html>>.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2012. Report on the National Stakeholders Conference on Honey Bee Health. Virginia. 15 – 17. listopad. p. 72.
- VARZAKAS. 2007. The politics and science blind GMO acceptance. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 4 (47). 335 – 361.
- VAŠÁK, J. (ed.). 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. s. 321. ISBN: 8023942360.
- VAŠÁK, J., BEČKA, D., MIKŠÍK, V. 2013. Řešení začínajícího útlumu pěstování ozimé řepky. In: Sborník z konference Prosperující olejniny, 12. – 13. 12. 2013. 1 – 9. Dostupné také z <http://konference.agrobiologie.cz/2013-12-10/thomson/2013_Olejny.pdf>.

- VOHRALÍKOVÁ, M. 2008. Percyho boj proti geneticky modifikovaným plodinám. *Bio*. 10 (12). 16
- WARWICK, S. I., BECKIE, H. J., SMALL, E. 1999. Transgenic crops: new weed problems for Canada?. *Phytoprotection*. 2 (80). 71 – 84.
- WARWICK, S. I., LEGERE, A., SIMARD, M. J., JAMES, T. 2007. Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy *Brassica rapa* population. *Molecular Ecology*. 5 (17). 1387 – 1395.
- WARWICK, S. I., SIMARD, M. J., LEGERE, A., BECKIE, H. J., BRAUN, L., ZHU, B., MASON, P., SÉGUIN-SWARTZ, G., STEWART, C. N. 2003. Hybridization between transgenic *Brassica napus* L. and its wild relatives: *Brassica rapa* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapis arvensis* L., and *Erucastrum gallicum* (Willd.) OE Schulz. *Theoretical and Applied Genetics*. 3 (107). 528 – 539.
- WATKINSON, A. R., FRECKLETON, R. P., ROBINSON, R. A., SUTHERLAND, W. J. 2000. Predictions of Biodiversity Response to Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops. *Science*. 289 (5484). 1554 – 1557.
- WEST, J. S., KHARBANDA, P. D., BARBETTI, M. J., FITT, B. D. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. *Plant Pathology*. 1 (50). 10 – 27.
- WILLIAMS, G. M., KROES, R., MUNRO I. C. 2000. Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2 (31). 117 – 165.
- WINTERS, R. El Salvador bans glyphosate [online]. *Natural News*. 22. říjen 2013 [cit. 2015-1-3]. Dostupné z <http://www.naturalnews.com/042608_El_Salvador_glyphosate_ban_Monsanto.html#>.
- WORLD BANK. World Development Indicators: Rural environment and land use [online]. 2014 [cit. 2015-2-16]. Dostupné z <<http://wdi.worldbank.org/table/3.1>>.
- WORLDOMETERS. World Population [online]. 2015 [cit. 2015-1-19]. Dostupné z <<http://www.worldometers.info/world-population/>>.

WSSA. Herbicide Resistance [online]. 2014 [cit. 2015-1-31]. Dostupné z
<<http://wssa.net/weed/resistance/>>.

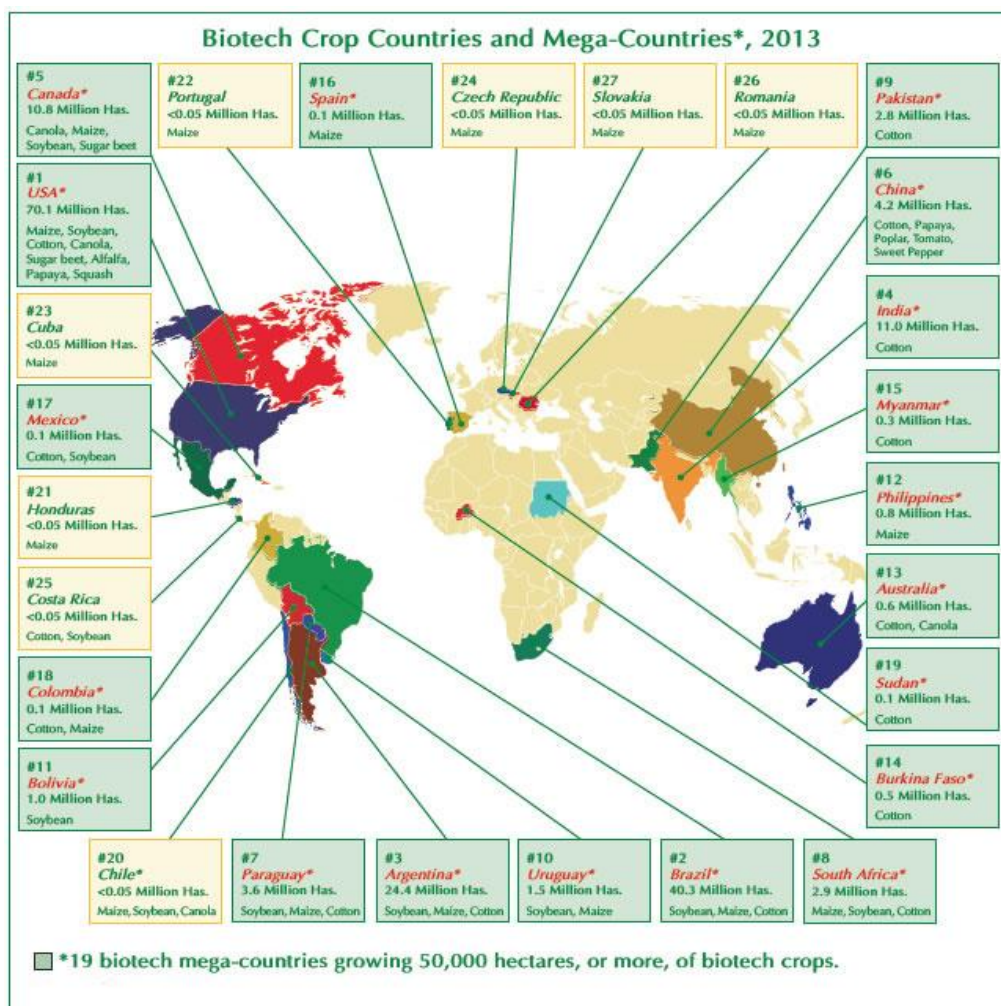
WTO. Members and Observers [online]. 26. červen 2014 [cit. 2015-1-26]. Dostupné z
<http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/org6_e.htm>.

9 Seznam použitých zkratek

- AZV** – Agentura pro zdravotnický výzkum
- CCC** – Canola Council of Canada (Kanadská rada pro canolu)
- CCD** – Colony Collapse Disorder (syndrom zhroucení včelstev)
- CCGA** – Canadian Canola Growers Association (Kanadská asociace pěstitelů řepky)
- CL** – clearfield
- ČIŽP** – Česká inspekce životního prostředí
- EFSA** – European Food Safety Authority (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)
- EPA** – Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
- FDA** – Food and Drug Administration (Úřad pro kontrolu potravin a léčiv)
- GM** – geneticky modifikovaný
- GMO** – geneticky modifikovaný organismus
- GSL** – glukosinoláty
- HT** – herbicid tolerantní
- KE** – kyselina eruková
- MEŘO** – methylester řepkového oleje
- MZe** – Ministerstvo zemědělství
- MŽP** – Ministerstvo životního prostředí
- non-GMO** – negeneticky modifikovaný organismus
- SZPI** – Státní zemědělská a potravinářská inspekce
- ÚKZÚZ** – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
- USDA** – U. S. Department of Agriculture (Ministerstvo zemědělství USA)
- VÚRV** – Výzkumný ústav rostlinné výroby
- WTO** – World Trade Organization (Světová obchodní organizace)

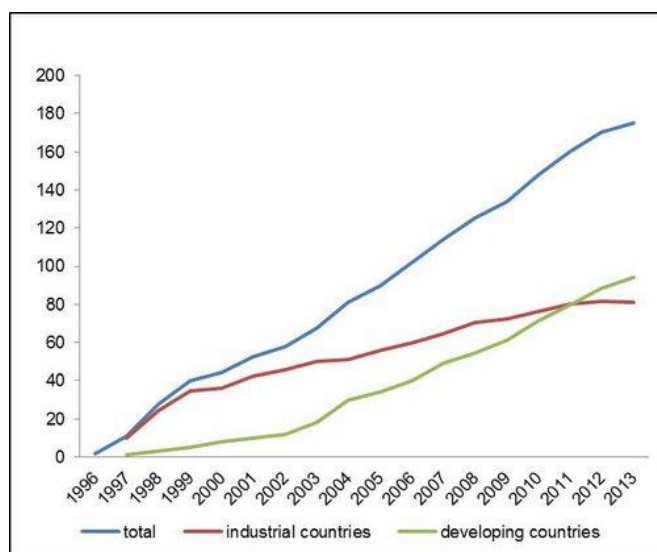
10 Přílohy

PŘÍLOHA 1: Přehled zemí, které pěstují geneticky modifikované plodiny.



Zdroj: James (2013)

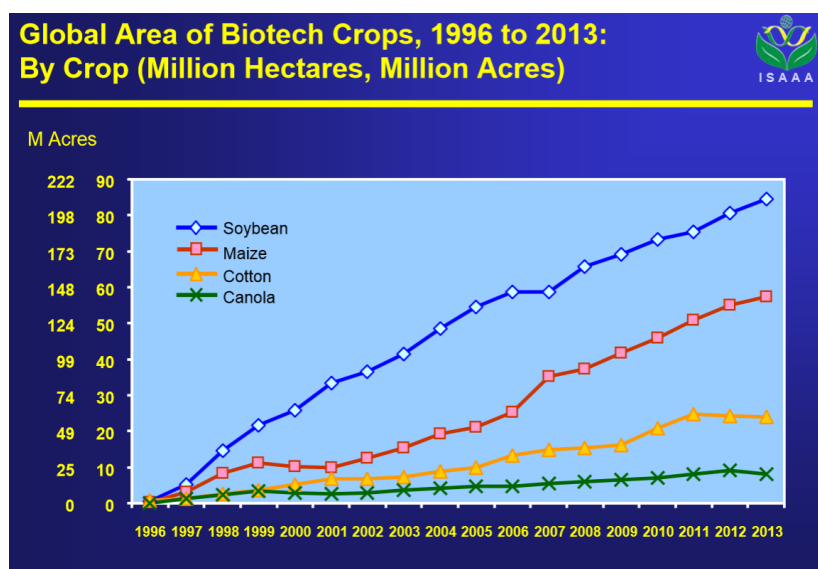
PŘÍLOHA 2: Vývoje ploch osetých GM plodinami v letech 1996 – 2013 [mil. ha].



Modrá – celkové plochy, červená – rozvinuté země, zelená – rozvojové země.

Zdroj: James (2013).

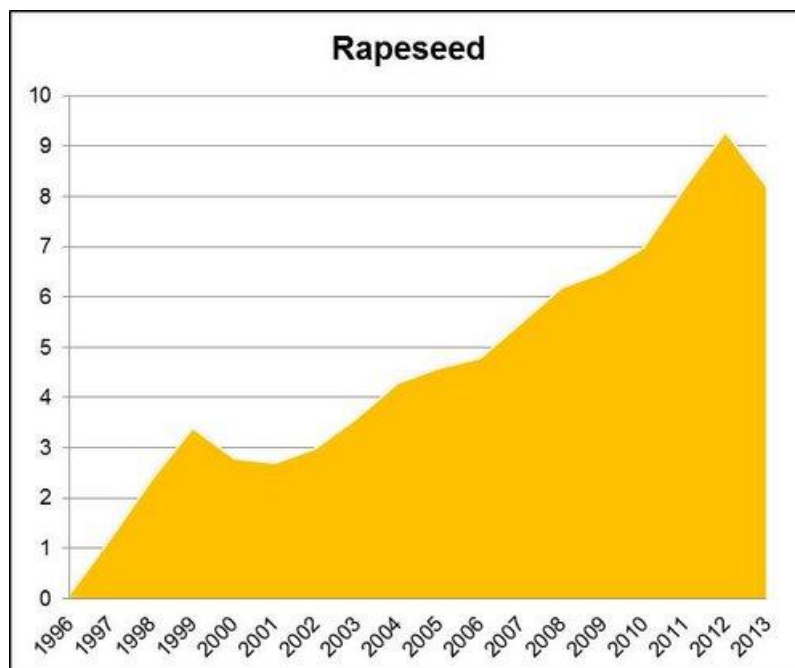
PŘÍLOHA 3: Vývoj ploch hlavních geneticky modifikovaných plodin v letech 1996 – 2013.



Modrá- sója, červená – kukuřice, žlutá – bavlník, zelená – řepka.

Zdroj: James (2011).

PŘÍLOHA 4: Vývoj světových pěstitelských ploch geneticky modifikované řepky [mil. ha].



Zdroj: *GMO-Compas (2014b)*.

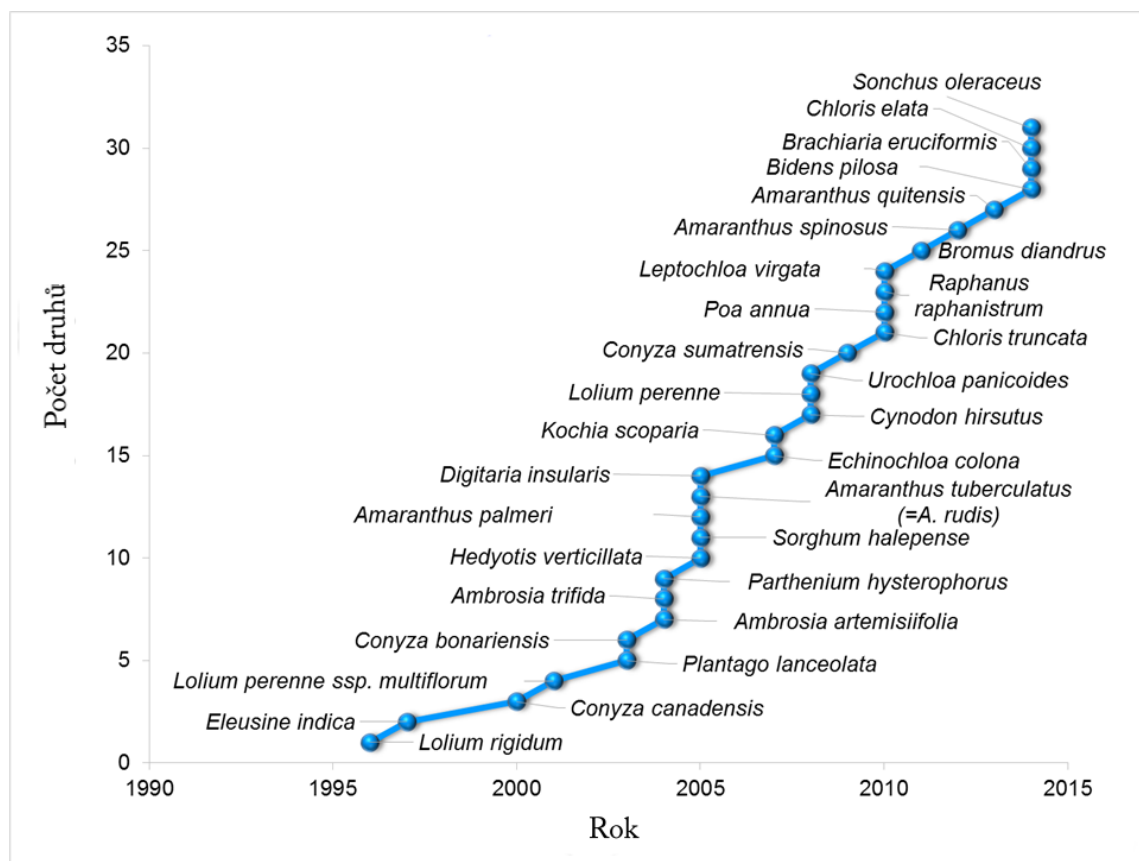
PŘÍLOHA 5: Tabulka znázorňující spotřebu herbicidů používaných na tři nejpěstovanější GM plodiny (kukuřice, sója a bavlník) oproti spotřebě v konvenčním zemědělství.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*	2004	Totals 1996-2004
Corn										
Herbicides	-1,908,168	-3,204,637	-7,342,320	-3,124,468	-1,665,169	-1,016,793	2,462,221	3,866,594	5,636,415	-6,296,325
Insecticides	-183,096	-469,195	-645,563	-599,405	-890,703	-401,195	-460,102	-443,054	-449,190	-4,541,503
Herbicides plus Insecticides (H+I)	-2,091,264	-3,673,832	-7,987,883	-3,723,873	-2,555,872	-1,417,988	2,002,120	3,423,540	5,187,224	-10,837,829
H+I as % of Total Pesticides Applied	-0.9%	-1.6%	-3.7%	-1.9%	-1.4%	-0.7%	1.3%	2.0%	2.9%	-0.6%
Soybeans										
Herbicides (H)	-1,693,182	-3,482,747	2,304,103	7,824,112	4,372,591	17,628,490	19,914,660	28,277,526	42,386,667	117,532,221
H as % of Total Pesticides Applied	-2.3%	-4.2%	2.9%	10.2%	5.6%	24.3%	22.5%	30.7%	42.0%	15.8%
Cotton										
Herbicides	-723,162	-642,171	29,545	-214,953	1,628,942	5,124,437	5,463,723	8,315,014	7,797,900	26,779,275
Insecticides	-829,688	-899,582	-929,592	-1,736,448	-1,346,215	-973,077	-820,531	-1,438,706	-2,055,542	-11,029,381
Herbicides plus Insecticides (H+I)	-1,552,849	-1,541,753	-900,048	-1,951,401	282,727	4,151,360	4,643,192	6,876,308	5,742,358	15,749,894
H+I as % of Total Pesticides Applied	-3.5%	-3.3%	-2.2%	-2.8%	0.4%	7.4%	9.2%	16.2%	12.6%	3.7%
Three Crops										
Herbicides	-4,324,511	-7,329,555	-5,008,672	4,484,690	4,336,364	21,736,134	27,840,604	40,459,134	55,820,981	138,015,170
Insecticides	-1,012,784	-1,368,778	-1,575,155	-2,335,853	-2,236,918	-1,374,272	-1,280,633	-1,881,760	-2,504,732	-15,570,884
Herbicides plus Insecticides (H+I)	-5,337,295	-8,698,332	-6,583,827	2,148,837	2,099,446	20,361,862	26,559,972	38,577,374	53,316,249	122,444,286
H+I as % of Total Pesticides Applied	-1.5%	-2.4%	-2.0%	0.6%	0.6%	6.4%	9.0%	12.7%	16.4%	4.1%

* Estimates for 2003 are preliminary projections based on data for 2001-2002 and recent trends.

Zdroj: *Benbrook (2004)*.

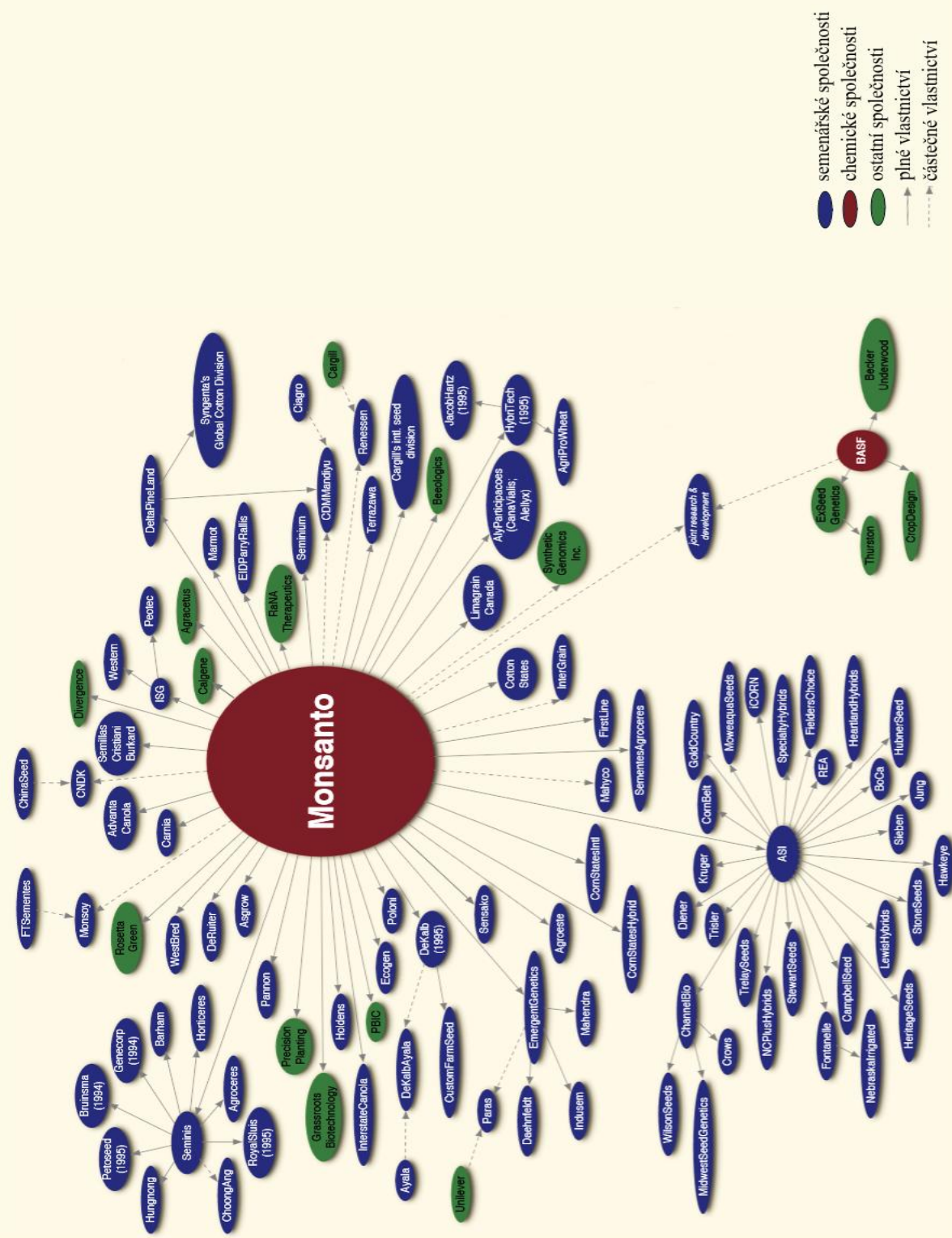
PŘÍLOHA 6: Graf identifikace rezistentních druhů ke glyfosátu. Na ose x jsou vyneseny roky, kdy byla u daného botanického druhu poprvé zaznamenána rezistence vůči glyfosátu. Osa y vyjadřuje celkový počet druhů, u kterých je tato rezistence k danému roku popsána.



Zdroj: Heap (2015).

PŘÍLOHA 7: Struktura vlastnictví semenářských firem společností Monsanto.

Struktura vlastnictví firmy Monsanto



Zdroj: Howard (2014).

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1: Přehled zemí, které pěstují geneticky modifikované plodiny.

PŘÍLOHA 2: Vývoje ploch osetých GM plodinami v letech 1996 – 2013 [mil. ha].

PŘÍLOHA 3: Vývoj ploch hlavních geneticky modifikovaných plodin v letech 1996 – 2013.

PŘÍLOHA 4: Vývoj světových pěstitelských ploch geneticky modifikované řepky [mil. ha].

PŘÍLOHA 5: Tabulka znázorňující spotřebu herbicidů používaných na tři nejpěstovanější GM plodiny (kukuřice, sója a bavlník) oproti spotřebě v konvenčním zemědělství.

PŘÍLOHA 6: Graf identifikace rezistentních druhů ke glyfosátu.

PŘÍLOHA 7: Struktura vlastnictví semenářských firem společností Monsanto.